



Departamento de Geociência

HIGROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS NO
CONCELHO DE SANTA CATARINA

Licenciatura em Geologia – Ramo Científico



Sandra Maria Moniz Tavares

INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO

Praia, Setembro 2006



Sandra Maria Moniz Tavares

**TEMA: HIGROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS NO
CONCELHO DE SANTA CATARINA**

**Trabalho Científico apresentado ao ISE para obtenção
do Grau de Licenciatura em Geologia-Ramo Científico
sob a Orientação do Eng.º Arrigo Querido, em Setembro
de 2006.**

Praia, Setembro 2006

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**TRABALHO CIENTÍFICO APRESENTADO AO ISE PARA OBTENÇÃO DO GRAU
DE LICENCIATURA EM GEOLOGIA-RAMO CIENTÍFICO**

**ELABORADO POR, *SANDRA MARIA MONIZ TAVARES*, APROVADO PELOS
MEMBROS DO JURI, FOI HOMOLOGADO PELO CONCELHO CIENTÍFICO
PEDAGÓGICO, COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU DE
LICENCIATURA EM GEOLOGIA – RAMO CIENTÍFICO.**

O JURI,

Praia, aos ____/____/____

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus dois filhos, Sander Carlos Tavares Almeida e Alexander Tavares Almeida, ao meu marido Carlos António Mascarenhas Almeida e aos meus Pais.

AGRADECIMENTOS

Após um longo percurso desse trabalho gostaria de agradecer todos àqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o sucesso desse trabalho.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela saúde, força e coragem para enfrentar as dificuldades deparadas ao longo da realização do trabalho.

Gostaria de agradecer todos àqueles que contribuíram para que o mesmo atingisse a esse patamar.

- Ao meu orientador, **Eng. Arrigo Querido**, um agradecimento especial, tanto na orientação como nos documentos facultados e correcção científica deste trabalho.
- Ao Chefe do Departamento de Geociências Dr. Alberto da Mota Gomes um obrigado pela sugestão que me deu na escolha do Tema e do orientador;
- Aos funcionários do INGRH, em especial o Dr. Vital Fernandes Tavares, a Engenheira Marize Gominho, Dr^a Idalina responsável da Informática; o Sr. Marcelino Gomes e o Sr. Alfama; Estudante/Professor de Informática Fernando Jorge Mendes Alvarenga.
- Aos funcionários do MAAP, em especial Dr.^a Ana Lina Pereira e Ilídio Fernandes Mendes, pela oportunidades que me deu na leitura dos projectos e documentos no MAAP;
- Para o presidente do Instituto Nacional de Estatística Francisco Fernandes Tavares pela documentação facultada;
- Aos funcionários do Serviço Autónoma de Água e Saneamento, em especial ao Eng. João Silva, pelas experiências que pude adquirir e pelas informações que me forneceram.

- Aos meus nobres colegas do curso: Anabela Varela; Arlindo Furtado; Bila Santos; Celestino Afonso; Daniel Gonçalves; Jeremias Cabral; Mário Moniz pela grande amizade construída, os meus sinceros agradecimentos e votos de sucesso.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	8
ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO.....	8
1.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E DIVISÃO ADMINISTRATIVA	9
1.2- ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	12
1.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	13
1.4 GEOLOGIA – CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	16
1.5 HIDROGEOLOGIA.....	20
1.5.1 <i>Características Gerais</i>	20
1.5.2 <i>Unidades Hidrogeológicas</i>	20
CAPÍTULO II	23
ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE SANTA CATARINA.....	23
2.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E DIVISÃO ADMINISTRATIVA	24
2.2 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	27
2.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	28
2.4 – GEOLOGIA.....	30
2.4.1- <i>Características Gerais</i>	30
2.4.2- <i>Sequência Estratigráfica</i>	30
CAPÍTULO III.....	33
HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS NO CONCELHO DE SANTA CATARINA	33
3.1 HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS.....	34
3.2 O CICLO HIDROLÓGICO	35
3.2.1 <i>Água no Universo</i>	36
3.2.2 <i>Águas Superficiais</i>	37
3.2.3 <i>Águas Subterrâneas</i>	38
3.3 INVENTÁRIOS DE PONTOS DE ÁGUA (I.P.A)	39
3.3.1 <i>Resumo histórico dos recursos hídricos em Cabo Verde</i>	40
3.4 NECESSIDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE SENSIBILIZAÇÃO DAS POPULAÇÕES DE COMO GERIR E REUTILIZAR AS ÁGUAS ATRAVÉS DOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	41
3.5 NECESSIDADES DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE RETENÇÃO E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	43
3.6 NECESSIDADES DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE RECARGA ARTIFICIAL DO AQUIFERO E DESSALINIZAÇÃO	44
CAPÍTULO IV	51
CONTROLO HIDROGEOLÓGICO NO CONCELHO DE SANTA CATARINA	51
4.1 PONTOS DE EXPLORAÇÃO E PIEZOMÉTRICOS	53
4.2 PONTOS DE ÁGUA MONITORIZADAS PELO INGRH.....	55
4.3 PRINCIPAIS PROBLEMAS DA COMUNIDADE INERENTES AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA	57
4.4 OS PROBLEMAS LIGADOS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA AGRICULTURA	58
4.5 QUALIDADE DE ÁGUA	58
CAPÍTULO V.....	62
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO, GESTÃO E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO CONCELHO DE SANTA CATARINA.....	62
5.1 PRINCIPAIS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	63
5.2 VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDA DURANTE O PERÍODO SECO E ÉPOCA PLUVIOSA	66
TOTAL	66
CAPÍTULO VI.....	69
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	69
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	70
ANEXOS.....	72

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos ajuda proporcionar melhores condições de vida das populações e um grande desenvolvimento das comunidades.

O ramo da geologia que estuda a distribuição das águas subterrâneas, suas características, seu processo de infiltração, circulação e armazenamento, é a **Hidrogeologia**.

É do nosso conhecimento que a água é um líquido precioso e indispensável à vida de todos os seres vivos. É o pilar e a razão da existência do ser humano. Actualmente, a água constitui um problema a nível do País e o Concelho de Santa Catarina não foge à regra principalmente nas estações da seca, englobando os meses de Abril a Junho. São meses em que se sente maior falta de água destinada sobre tudo para a rega e o abastecimento.

No Concelho de Santa Catarina, a maioria das águas utilizadas para as mais variadas actividades humana são as águas subterrâneas. A precipitação tem sido deficiente, o aquífero tem ressentido dessa falta de recarga.

Segundo a informação fornecida pelo S.A.A.S. de Santa Catarina, os meses de Abril a Julho são épocas de menor produtividade. Por exemplo, um furo que produz 30m³/ horas, no período seco passa a produzir 15 a 18m³/ horas. É o exemplo de um furo situado em Boaventura Poilão FBE-74.

Sendo assim, as águas subterrâneas constituem um recurso cada vez mais difícil de encontrar em quantidade e qualidade que o homem necessita.

O Concelho de Santa Catarina é o maior Concelho da ilha de Santiago com uma área de 242,9Km² e uma população de 44.969 habitante. (Actual configuração do concelho e projecções demográficas INE 2005).

Tem planaltos extremamente declivosos até ao mar, com declives médios que se vão adoçando bastante até as achadas litorais.

As zonas de Santa Catarina são abruptas e acidentadas. A maioria da população vive no meio rural e tem como actividade principal a prática de agricultura e a pecuária.

É constituída por 51 localidades, com formação geológica diferente. Existem zonas em que o efeito da infiltração é mais rápida em relação aos que possuem formação do tipo argiloso.

Para diminuir a extracção das águas subterrâneas e o escoamento superficial deve-se aumentar a construção de infra estruturas de captação das águas superficiais e a criação de técnicas de tratamento de águas residuais.

Todo o planalto é considerado zonas de grande infiltração, devido as suas características topográficas e geológicas. No entanto, na ausência de um estudo do ordenamento territorial e planeamento ambiental, a zona urbana de Santa Catarina (Cidade de Assomada) possui um aglomerado de construções que dificulta a infiltração para a recarga do aquífero. As zonas consideradas privilegiadas para a infiltração estão urbanizadas. Caso dos planaltos de Assomada, Achada-Lém e de Achada Falcão.

É de acrescentar ainda, que se tem notado um número crescente de vários sectores como: Agricultura, hotelaria, artesanato, comércio, indústria, etc. Essas actividades económicas são alimentadas exclusivamente pelas águas subterrâneas.

E, é neste horizonte que surge o tema “**Hidrogeologia e Recursos Hídricos no Concelho de Santa Catarina**”.

O presente documento insere-se no âmbito do trabalho científico exigido pelo Instituto Superior de Educação (ISE), para a obtenção do grau de Licenciatura em geologia.

O objecto de pesquisa é: *Os recursos hídricos no concelho de Santa Catarina.*

O objectivo geral é dar a conhecer os aspectos Hidrogeológicos e de Recursos Hídricos no Concelho de Santa Catarina., sugerir as possíveis estratégias do desenvolvimento e melhoramento do abastecimento dos recursos hídricos e por conseguinte dar algumas informações que poderão ajudar no uso racional dos mesmos.

Os objectivos específicos são:

- Estudar os aspectos hidrogeológicos e recursos hídricos do concelho de Santa Catarina;
- Conhecer a potencialidade dos recursos hídricos;
- Relacionar a produtividade dos pontos de água com a demanda da população;
- Avaliar o nível de satisfação da população;
- Identificar as três unidades hidrogeológicas;
- Distinguir o nível de produtividade de cada uma das unidades hidrogeológicas;
- Identificar os principais sistemas de abastecimento e gestão dos recursos hídricos;
- Distinguir as principais estratégias do melhoramento no uso da água;
- Identificar os principais problemas ligados ao abastecimento de água;
- Identificar os furos de exploração controlados e não controlados pelo INGRH,
- Identificar algumas zonas de riscos geológicos.

Algumas hipóteses foram formuladas com intuito de serem provadas no final da pesquisa. Sendo assim:

- a) Acredita-se que a insuficiência no abastecimento da água potável das populações do concelho de Santa Catarina é devido ao aumento da população?
- b) Acredita-se que a falta de água é devido as irregularidades das chuvas?
- c) Toda a população de Santa Catarina dispõe de água potável?
- d) A hidrogeologia e recursos hídricos do concelho têm proporcionado aos furos uma água de boa qualidade?
- e) Os recursos hídricos do concelho de Santa Catarina são sustentáveis?
- f) A falta de água tem vindo a acontecer ao longo do tempo, no concelho. Isto deve-se á insuficiência das infra-estruturas hidráulicas de captação e retenção das águas superficiais que caso contrário reteriam-nas e recarregariam os aquíferos fazendo ressurgir as nascentes desaparecidas?
- g) Será que a desorganização das construções (ausência de um estudo do ordenamento territorial) tem dificultado a infiltração das águas das chuvas?
- h) Será que a quantidade de furos existentes é suficiente para o abastecimento. Sabendo que a quantidade de furos existentes actualmente são os que existiam em 1986?

Efectuou-se os seguintes procedimentos na elaboração desse trabalho:

Na primeira fase fez-se a escolha do tema e do orientador, a elaboração do projecto, do plano de trabalho e as pesquisas bibliográficas;

Na segunda fase fez-se a recolha de dados o seu tratamento, através de documentos, inquéritos e visitas de campo. Por fim fez-se a redacção do trabalho, tudo sob a coordenação e orientação geral do **Eng. Arrigo Querido**.

O presente documento encontra-se dividido em cinco **(5) capítulos**:

No primeiro capítulo fez-se o enquadramento da ilha de Santiago, abordando a sua localização geográfica e divisão administrativa, os aspectos Climatológicos, Geomorfológicos, geológicos e hidrogeológicos.

O segundo capítulo refere-se ao enquadramento do concelho supracitado, abordando a distribuição das populações por freguesias, as característica geológicas, os aspectos climáticos, morfológicos, geológicos e hidrogeológicos.

No terceiro capítulo, foram abordados os aspectos hidrogeológicos e de Recursos Hídricos do concelho de Santa Catarina: origem das águas subterrâneas, inventários de pontos de água, necessidades de implementação de programas de sensibilização das populações de como **gerir e reutilizar** as águas através dos meios de comunicação social, necessidades de execução de obras de captação e retenção das águas superficiais, necessidades de execução de obras de recarga artificial e dessalinização.

No quarto capítulo, foram abordados o controlo hidrogeológico dos furos de exploração e os piezométricos; os pontos de água monitorizados pelo INGRH e os que não são controlados pelo INGRH, A qualidade de água e os principais problemas ligados ao abastecimento de água.

No quinto capítulo falou-se dos principais sistemas de abastecimento de água no concelho de Santa Catarina, de exploração e gestão de água no concelho, da análise do volume de água produzida e distribuída durante o ano de 2005 e por conseguinte a correlação entre a capacidade produtiva dos pontos de água e a necessidade da população.

Por último, apresentou-se as considerações finais e as referências bibliográficas utilizadas.

Encontra-se na parte final anexos composto por: Mapas, quadros, gráficos, ficha de questionários e fotografias feitas durante as visitas.

Está-se a crer que se trata de um campo muito vasto por explorar. Por isso, não há intenção de esgotá-la mas, apenas dar uma modesta contribuição neste campo.

Apesar de termos deparados com algumas dificuldades, tais como a falta de dados e dos meios logísticos, as dificuldades de acesso entre outros, conseguimos atingir os objectivos preconizados, graças ao mau esforço, ao esforço do meu orientador e da boa vontade de todos os que colaboraram comigo na elaboração deste trabalho.

Metodologia

Para a escolha deste tema partiu-se dos estudos feitos na cadeira de Hidrogeologia Operacional, leccionado pelo especialista da área Dr. Alberto da Mota Gomes e das várias outras cadeiras afins.

No primeiro encontro, o professor da cadeira deu as principais orientações acerca do tema e disponibilizou os documentos de apoio.

Infelizmente não conseguiu terminar as orientações por motivos pessoais, mas sugeriu que a orientação continuasse a ser feita por um especialista na área, o Eng. Arrigo Querido.

Seguiu-se o trabalho com a seguinte cronograma:

Em Outubro de 2005 foi a escolha do tema, em Novembro do mesmo ano elaborou-se o projecto, o qual foi entregue ao departamento para o efeito de aprovação e oficialização.

Foram ocupados os meses de Maio, Junho e Julho para o trabalho de campo, nomeadamente: Aplicação de questionário a população e aos serviços autónomos de água e saneamento, com intuito de saber a forma de abastecimento de água, os problemas ligados ao seu abastecimento e sobre o caudal dos furos.

Foram aproveitadas algumas visitas de campo durante o estágio científico para a recolha de dados. Nomeadamente: a identificação de alguns pontos de água, as infra-estruturas de captação e retenção de água, a identificação dos estados de degradação/conservação dos mesmos, a

observação das formações geológicas, a forma do relevo predominante, a identificação de áreas consideradas vulneráveis a riscos geológicos, e a maneira do uso de água, através da observação directa.

Os principais instrumentos foram as fichas de inquérito, máquinas fotográficas, bloco de campo, mapa geológico, GPS entre outros.

Para a análise de documentos foram interpretados as seguintes obras:

- Ilídio do Amaral, Santiago de Cabo Verde- A Terra e os Homens;
- Alberto da Mota Gomes, a Hidrogeologia de Santiago;
- António Serralheiro a Geologia da ilha de Santiago (Cabo verde);
- **KOKUSAI**, Kogyo. Estudo sobre o Desenvolvimento de Água Subterrânea – Santiago relatório final, Setembro; INGRH 1999.
- Enternet;
- Deslocou-se várias vezes ao INGRH, INIDA, MAAP, INE, Câmara Municipal, SAAS e outros centros de documentação, à procura de dados técnicos sobre os pontos de água e dos problemas ligados ao abastecimento de água.

CAPÍTULO I

ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO

ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO

1.1 - Localização Geográfica e Divisão Administrativa

Santiago é a maior ilha do arquipélago de Cabo Verde, localizado na região Sul do País. Pertence ao grupo das ilhas de Sotavento e fica situado entre os paralelos 14°50' e 15°20' de latitude Norte, entre os meridianos 23°50' e 23°20' de longitude Oeste de Greenwich.

A ilha tem uma área de 991 Km², o que representa cerca de 25% da área total do país. Tem forma adelgada na direcção Norte-sul, com um comprimento máximo de 55km, entre a Ponta Moreia, a Norte e a Ponta mulher Branca, a Sul. Com uma largura máxima de 29Km entre a Ponta Janela, a Oeste, e a Ponta Praia Baixo, a Leste. Existe um estreitamento na região Norte entre a Baía de Chão Bom, a Oeste, e a Baía do Porto Formoso, a Leste, atingindo os 6000metros.

A ilha encontra-se dividida em nove (9) concelhos e 11 freguesias (ver a fig1.1 - Mapa da ilha de Santiago).

- **Concelho do Tarrafal** com uma área de 112,4 Km² com uma população de 20786habitantes, distribuídos pela freguesia de Santo Amaro Abade, localizado na parte Setentrional.
- **Concelho de Calheta São Miguel** com uma área de 90,7Km² e uma população de 17008 habitantes, espalhados pela freguesia de São Miguel Arcanjo. Fica localizado na parte Nordeste da ilha.
- **Concelho de Santa Catarina**, localizado na parte central da ilha, tem uma área de 242,9Km² e uma população total de 44969 habitantes.

- **Concelho dos Picos**, localizado na parte central da ilha, com uma área de 28,7Km² e uma população de 10027 habitantes.
- **Concelho dos Órgãos**, localizado na parte leste, ocupa uma área de 39,5Km², com uma população de 8513 habitantes, distribuídos pela freguesia de São Lourenço dos Órgãos.
- **Concelho de Santa Cruz**, localizado na parte Leste, ocupa uma área de 109,8Km² com uma população total de 27807 habitantes, distribuídos pela freguesia de São Tiago Maior.
- **Concelho de São Domingos**, com uma área de 137,6Km², uma população de 13897 habitantes, distribuídos pelas freguesias de Nossa Senhora da Luz e São Nicolau Tolentino.
- **Concelho da Praia**, localizado na parte Sul, ocupando uma área de 97Km², com uma população total de 114688 habitantes, distribuídos pela freguesia de Nossa Senhora da Graça. É neste concelho, que está instalada capital do país, a Cidade da Praia.
- **Concelho de Ribeira Grande de Santiago**, com uma área de 161,1 Km² e uma população de 8957 Habitantes, distribuídos pelas freguesias de São João Baptista e Santíssimo Nome de Jesus.

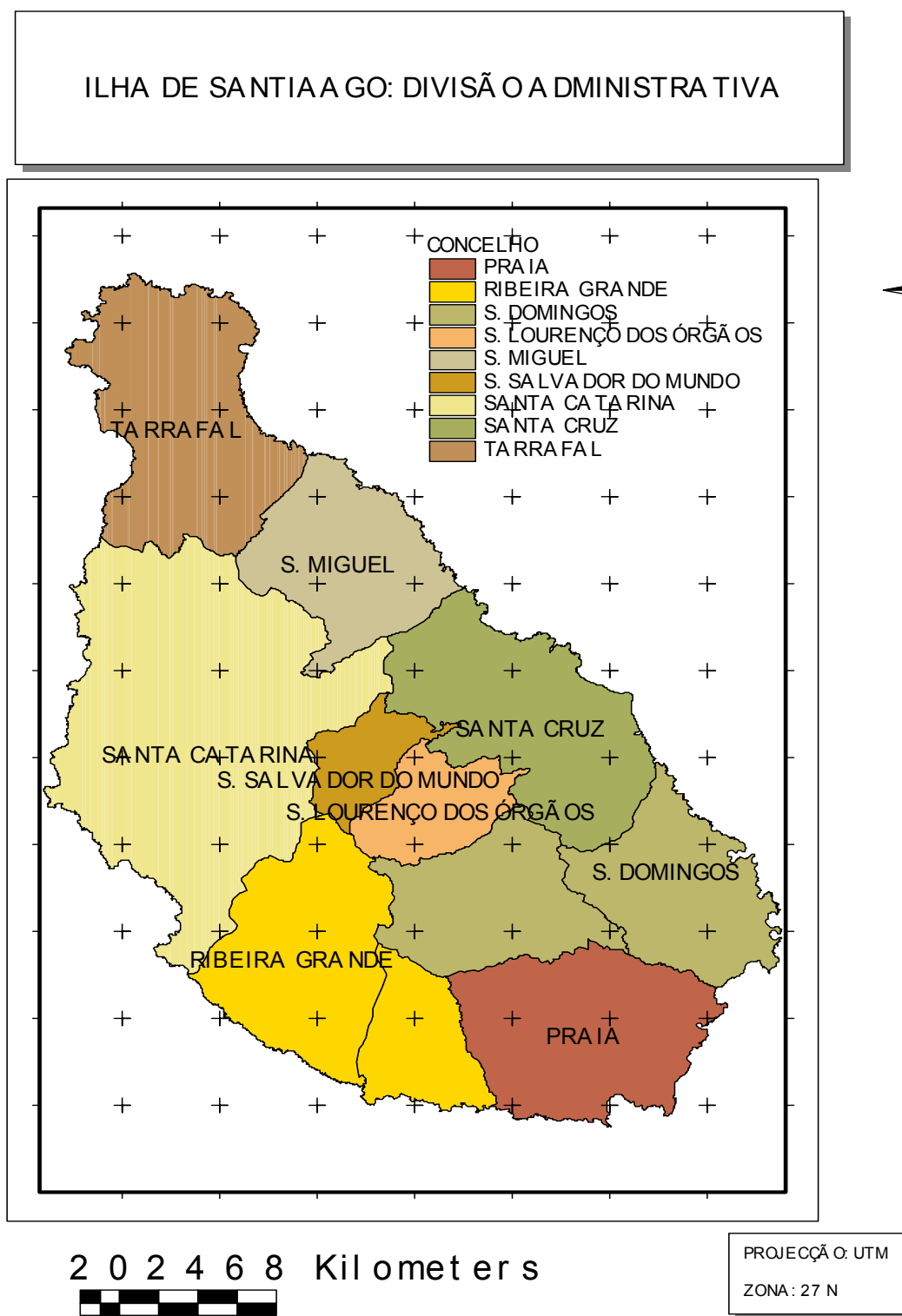
A seguir apresenta-se, na tabela que apresenta a distribuição dos concelhos com as respectivas áreas, populações e freguesias (Tabela 1.1)

TABELA 1.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONCELHOS

Concelho	Área (Km2)	População	Freguesia
Tarrafal	112,4	20.786	Santo Amaro Abade
São Miguel	90,7	17.008	São Miguel Arcanjo
Santa Catarina	242,9	44.969	Santa Catarina
Dos Picos	28,7	10.027	São Salvador do Mundo
Dos Órgãos	38,5	8.513	São Lourenço dos Órgãos
Santa Cruz	109,8	27.807	São Tiago Maior
São Domingos	39,5	13897	São Nicolau Tolentino e Nossa Senhora da Luz
Praia	97	114.688	Nossa Senhora da Graça
Ribeira Grande de Santiago	161,1	8.957	São João Baptista e Santíssimo Nome de Jesus

Fonte: INE de Cabo Verde – Projecções Demográficas da População e dos Concelhos em 2005

Fig. 1.1 Mapa da ilha de Santiago com actual enquadramento dos concelhos



Fonte: MIT

1.2- Aspectos Climatológicos

O clima da ilha de Santiago apresenta é caracterizado fundamentalmente pela sua aridez e **semi-aridez**. Tem uma temperatura média anual de 25°C e a precipitação é irregular. Tem duas estações: A estação **seca ou o tempo das brisas**, que vai de Dezembro a Junho, e **a estação das chuvas ou “tempo das águas”**, que vai de Agosto a Outubro. Os meses de Novembro e Julho são considerados de transição.

A estação das chuvas é a mais quente. Verificam-se períodos de chuvas irregulares que se encontram ligados à deslocação setentrional da Frente Inter.- Tropical (FIT).

A estação seca é a mais fresca. É a época em que a ilha de Santiago se encontra sob a influência de massas de ar húmida vindas de NE, os alísios, que ao alcançarem as superfícies emersas aproximadamente 300 metros de altitude e expostas a NE, originam um quase permanente estrato de nuvens que fornecem humidade, por meio de precipitações ocultas nas zonas altas.

De Outubro a Junho faz-se sentir o Harmatão, que é o vento quente e seco soprando de Leste. Este vento acentua a secura normal das zonas baixas da ilha exposta a Oriente e transporta finíssimas poeiras vindas do Sahara, chegando a criar densas nuvens, (acção eólica intensas nas achadas litorais e sub-litorais da região meridional da ilha.)

O Aspecto montanhoso da ilha influência muito o clima. Contudo, a influência do relevo e a sua exposição em relação aos ventos dominantes faz com que haja uma enorme oscilação climática regional, nomeadamente a aridez no litoral, a humidade e vegetação nos pontos mais altos, a precipitação na vertente oriental e a escassez de humidade na vertente ocidental.

À medida que se desloca para o interior, o clima árido do litoral passa a semi-árido e por fim a húmido.

Tem uma temperatura uniforme ao longo do ano, com a média anual de 25°C nas zonas baixas áridas, 22°C nas zonas intermédias e 20°C nas zonas de altitude.

Possui uma humidade relativa elevada e por conseguinte, pequenas amplitudes térmicas. Sendo a média anual cerca de 6°C a 8°C.

O relevo é um factor que influencia muito o clima, propiciando o surgimento de microclimas em alguns vales do interior. Segundo o sistema de exploração das terras e a distribuição das precipitações em função da altitude, distinguem-se 4 (quatro) zonas climáticas na ilha:

- **Zona Árida**, situada a uma altitude inferior a 100 metros desde o litoral com precipitações inferiores a 250mm;
- **Zona semi-árida**, de uma altitude compreendida entre 100 a 200 metros de altitude, com precipitação que varia entre 250 a 400mm;
- **Zona Sub-Húmida** compreendida entre 200 a 500 metros de altitude e precipitação variando entre 400 a 500mm;
- **Zona Húmida**, situada a uma altitude acima de 500 metros de altitude, com uma precipitação superior a 500mm.

Segundo o trabalho de F. Reis Cunha, considerando o regime térmico, podemos dividir o clima da ilha da seguinte maneira:

Clima litoral – os da Praia, Achada Baleia, São Tomé e Tarrafal;

Clima de altitude – os do Pico da Antónia, Santa Catarina e a da Serra Malagueta;

Clima de vertente – não expostas aos ventos alísios, com a chuva, Pico leão e Mosquito

1.3 Aspectos Geomorfológicos

A ilha de Santiago é de origem vulcânica e bastante acidentada. Apresenta o formato de uma pêra, isto é, adelgada na direcção Norte – Sul, com a maior dimensão em largura voltada para o Sul. Apresenta um relevo caracterizado por elevações, vales e planuras.

Segundo o Manuel Monteiro Marques, na ilha de Santiago encontra-se evidenciado sete unidades geomorfológicas:

Achadas Meridionais (I), Maciço Montanhoso do Pico da Antónia (II), Planalto de Santa Catarina (III), Flanco Oriental (IV), Maciço Montanhoso da Serra Malagueta (V), Tarrafal (VI), e Flanco Ocidental (VII).

A ilha é dominada por dois maciços principais:

O maciço do Pico da Antónia, a mais alta da ilha com a altitude máxima de 1392 metros. É o elemento morfológico de maior importância e representa o ponto mais elevado da ilha e alonga-se na direcção noroeste – sudoeste.

Foto 1.1 Maciço do Pico de Antónia



Possui elevações a noroeste, o monte Tamarinho com 1027 metros de altitude, o monte Grande, com 887 metros, monte Brianda 714 metros e o monte Boca Larga com 728 metros.

Destes maciços nascem as seguintes ribeiras: A Ribeira Seca, dos Engenhos, São João, Santa Clara, Águas Belas e a de São Domingos.

O Maciço de Serra Malagueta possui 1063 metros de altitude, constitui, a segunda elevação mais importante da ilha e é limitado a sul por uma escarpa de orientação Oeste.

Nas imediações deste maciço, encontramos elevações importantes como o monte Henrique com 870 metros de altitude, monte Ramo com 910 metros e monte Quebrado 850 metros. Apartir daí nasce as seguintes ribeiras como: Calheta São Miguel, a Sudoeste, Ribeira Grande, a Norte, dos Flamengos, a Nordeste e Principal, a Noroeste.

(foto 1.2- Serra Malagueta).



Foto 1.2 Maciço Serra Malagueta

Entre esses dois maciços mais alto da ilha, destacam-se uma vasta superfície plana com cerca de 500 metros de altitude denominada **do planalto de Santa Catarina** no qual se considera como um reservatório natural de águas subterrâneas.

Do planalto de Santa Catarina nascem as ribeiras de: Boa Entrada, Ribeira da Barca, Águas Podres, Tabugal, Picos e Ribeira dos Engenhos.

Pode-se observar uma variedade de formas de relevo: picos, vales, achadas, desfiladeiros, ravinas e um predomínio de superfícies planas nas zonas do litoral.

Na região setentrional, localiza-se o monte Graciosa (643m), estendendo-se na direcção Leste-Oeste, desde Achada Belém à Baía do Tarrafal da qual nascem a Ribeira de Fazenda, a noroeste, Ribeira do Librão, a nordeste, e a Ribeira de Fontão, a Sul.

A costa, na parte Leste, apresenta ondulações suaves e é consideravelmente recortada devido à forte e constante acção das ondas do mar, que são auxiliadas pelo vento dominante de nordeste.

As arribas, na parte Oeste, são verticais e descem bruscamente não permitindo a formação de achadas.

Na região meridional evidenciam-se pequenas elevações, como o monte das vacas, com 200 metros de altitude, o monte de São Filipe, com 213 metros, o monte Vermelho, com 195 metros e o monte Gonçalo Afonso, com 234 metros.

Destas elevações nascem as seguintes ribeiras: praia Negra, Várzea da Companhia, Cidade Velha, São Martinho Grande e São Martinho Pequeno.

1.4 Geologia – Características Gerais

A ilha de Santiago é formada por formações eruptivas com predomínio de rochas basálticas e materiais piroclásticos intercalados. (tufos lapillis e brechas). As formações mais antigas podem ser observadas em áreas desnudadas, normalmente no leito das ribeiras.

As rochas afaníticas ocupam a maior parte emersa da ilha, enquanto que as faneríticas ocupam uma pequena área.

Nas formações mais antigas observam-se grandes concentrações de filões. Também são encontrados derrames que se consolidaram abaixo das águas.

É de realçar que os derrames basálticos foram os primeiros a serem projectados, sucedendo-lhes as fases de rochas fonolíticas e traquíticas formando chaminés, domas e filões. Seguidamente houve uma nova erupção de rochas basálticas.

As rochas calcárias observam-se em pequena escala, depositadas sobre a parte litoral, ocupada por rochas basálticas que se encontravam submersas.” Com o movimento tectónico da ilha houve actividades vulcânicas manifestadas pela presença de mantos basálticos que repousam sobre as rochas calcárias e filões que cortam as referidas rochas calcárias “ (Alberto *da Mota Gomes - A Hidrogeologia de Santiago – 1980*).

As rochas sedimentares têm muita importância, sobretudo as marinhas, pelo facto de conterem fósseis.

Não há afloramentos de rochas metamórficas na ilha, observando apenas ligeiras acções de metamorfismo de contacto. (*António Serralheiro – A Geologia da ilha de Santiago 1976*).

Dos trabalhos de António Serralheiro, estabeleceu-se um quadro estratigráfico da ilha de Santiago, tendo determinado sequencialmente, as seguintes formações geológicas da mais recente (10) para a mais antiga (1) seguindo o princípio de sobreposição:

10 - Formação Sedimentares Recentes (da idade quaternária)

Constituídas por duas fácies: Facie terrestre, formada por aluviões, areias, dunas, depósitos de vertente depósito de enxurrada e a fácies marinha – formada por areia e cascalheira da praia e calcarenitos.

9 Formação do Monte das Vacas (MV)

Constituída somente pela fácies terrestre, formada por cones de piroclastos, basálticos e pequenos derrames associados da idade quaternária.

8 Formação de Assomada (A)

Pertencente à Era Terciária, possui duas fácies a fácies terrestre e a fácies marinha constituída por mantos e materiais piroclásticos, ambos de natureza basáltica.

7 Complexo Eruptivo do Pico da Antónia (P.A)

Pertencentes à Era Terciária desta formação fazem parte produtos resultantes das actividades explosivas e efusivas, subaéreas que tiveram lugar em épocas geológicas diferentes. É constituída por duas fácies: A Terrestre, e a Marinha. A fácies terrestre possui as seguintes subunidades: Da mais antiga (1) para a mais recente (5):

- 1- Série espessa, essencialmente de mantos e alguns níveis de piroclastos
- 2- Fonólitos, traquitos e rochas afins.
- 3- Tufo – brecha (TB)
- 4- Mantos e alguns níveis de piroclastos
- 5- Piroclastos e escoadas

A Fácies Marinha apresenta: Conglomerados e Calcarenitos fossilíferos, mantos basálticos inferiores; calcário; calcarenitos; conglomerados; mantos basálticos superiores.

6 – Sedimentos Posteriores À Formação Dos Órgãos (CB) e anteriores às lavas submarinas inferiores do Complexo Eruptivo de Pico de Antónia.

5 – Formação Lávica Pós – Órgãos, constituídas por rochas traquito – fonolíticas.

4- Formação dos Órgãos (C.B)

Pertence a Era Terciária e é constituída por duas fácies, a fácies terrestre formada por depósitos de enxurrada do tipo lahar e a fácies marinha constituída por calcários e calcarenitos fossilíferos;

3 Formação Dos Flamengos

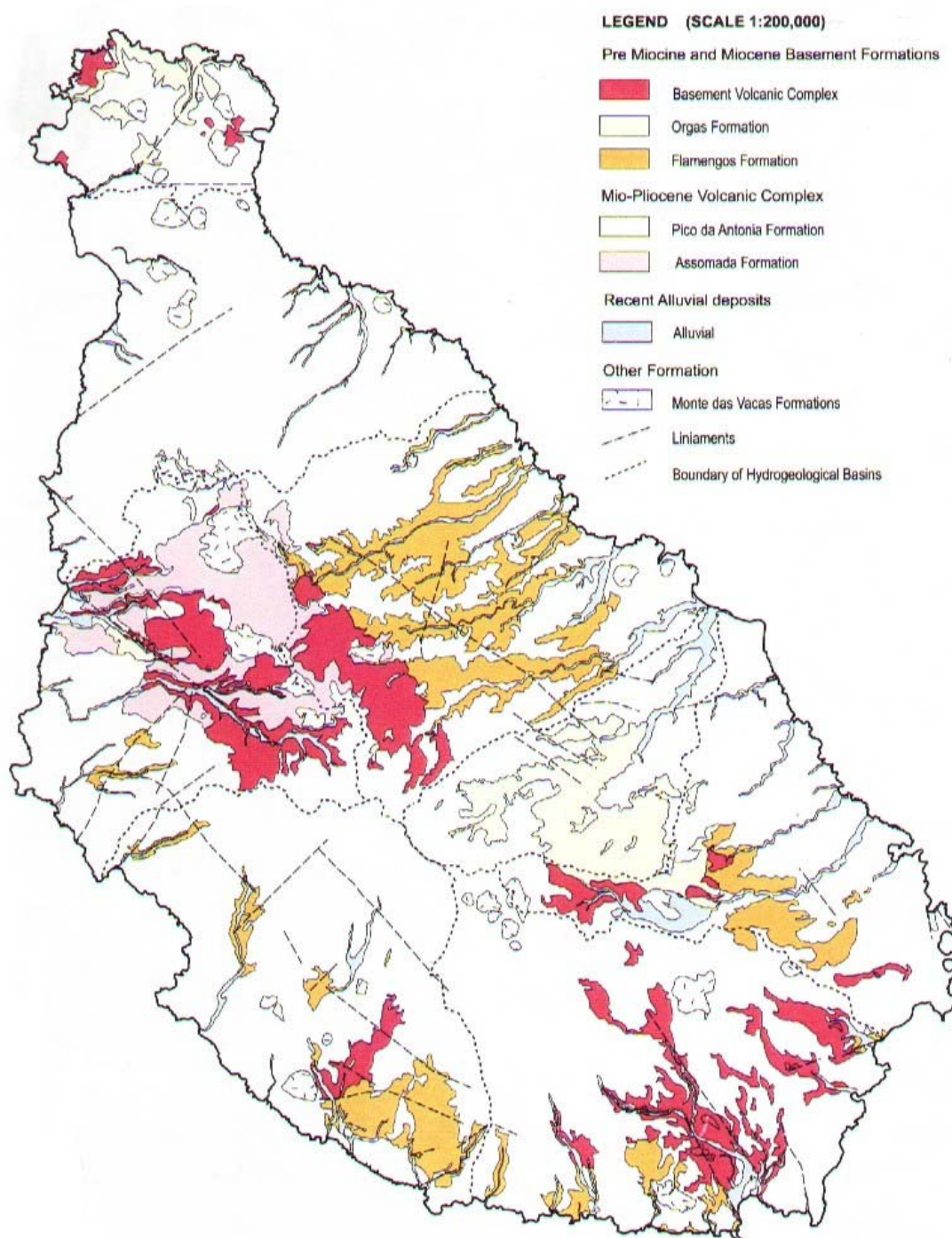
Esta formação pertencente a era Terciária, possui apenas a fácies marinha formada por mantos basálticos, brechas e piroclastos. O maior afloramento dessa formação pode-se observar na ribeira dos Flamengos e daí o seu nome.

2 Conglomerados Ante- Formação Dos Flamengos

1 Complexo Eruptivo Interno Antigo (C.A)

Esta formação pertence a era Terciária, tem apenas a fácies terrestre constituída pelas seguintes subunidades: complexo filoniano de natureza basáltica; intrusões de rochas granulares; brechas intra-vulcânicas e filões brechoides; intrusões e extrusões fonolíticas e traquíticas e carbonatitos.

O MAPA GEOLÓGICO DA ILHA DE SANTIAGO



Geological Map of Santiago Island

(After Carte Geologica de Cabo Verde, IGC, 1973 with some additions)

1.5 Hidrogeologia

1.5.1 Características Gerais

A formação mais extensa e mais espessa da ilha é o **Complexo Eruptivo do Pico da Antónia (P.A)** também conhecida como uma formação mais cavernosa fissura e muito porosa que possui um certo interesse do ponto de vista hidrogeológico.

Dentro da formação do **PA**, encontra-se uma parte inferior conhecida como **LRi** (lavas em rolos inferiores), a mais produtiva e cavernosa devido a existência de poros que permite a circulação e o armazenamento de água, é o maior armazém de água na ilha de Santiago. Apresentam as fissuras que serve para a infiltração, circulação e o armazenamento das águas subterrâneas.

1.5.2 Unidades Hidrogeológicas

Os trabalhos hidrogeológicos realizados na ilha pelo Alberto da Mota Gomes e António Lobo de Pina permitiram concluir que existem três principais unidades hidrogeológicas, baseando-se em vários aspectos: Controlo hidrogeológico, ensaios de bobagem, inventários de pontos de água, estratigrafia, morfologia, geologia, litologia, precipitação entre outros.

1 Unidade de Base

Constituída pelo Complexo Eruptivo Principal (C.A); pela Formação dos Flamengos ($\lambda.p$) e pela Formação dos Órgãos (C.B). Essas formações são caracterizadas por possuírem alta compacidade e alto grau de alteração dos afloramentos por conseguinte baixo grau de permeabilidade.

São caracterizadas por formações muito antigas que contem uma grande percentagem de argila. E por isso são impermeáveis.

Não é aconselhável a exploração de água em qualquer dessas formações geológicas que constituem a unidade de base, isto, porque o valor do caudal é pequeno da ordem dos 5 a 7m³ por hora, o rebaixamento é grande e a recuperação é lenta. É uma unidade considerada como substrato. A água encontrada nestas formações geológicas apresentam uma quantidade elevada de sais totais dissolvidos.

2 Unidade Intermédia

Formado pelo Complexo Eruptivo do Pico de Antónia (P.A) mais a formação local denominada de formação de Assomada (A). A formação do P.A é constituída essencialmente por mantos basálticos sub-aéreos com intercalações de piroclastos e mantos basálticos submarinos. É a formação mais extensa e mais espessa, constituindo assim o principal aquífero da ilha de Santiago. Possui um elevado coeficiente de armazenamento comparado com a unidade de base. Possui uma fracturação vertical e a porosidade e permeabilidade é superior à da unidade de base.

Há que estabelecer a diferença entre a fácies marinha e a fácies terrestre, porque a fácies marinha (Pillow-lavas) é muito porosa e permeável na maioria das vezes cavernosas torna-se um meio ideal para a circulação e consequentemente o armazenamento das águas subterrâneas.

As formações submarinas (Pillow – lavas) possuem maior permeabilidade e o caudal é da ordem dos 35 a 40 m³ / hora. A outra fácies terrestre (subaérea) só permite a infiltração pelas fissuras e o caudal é da ordem dos 15 a 20m³ por hora.

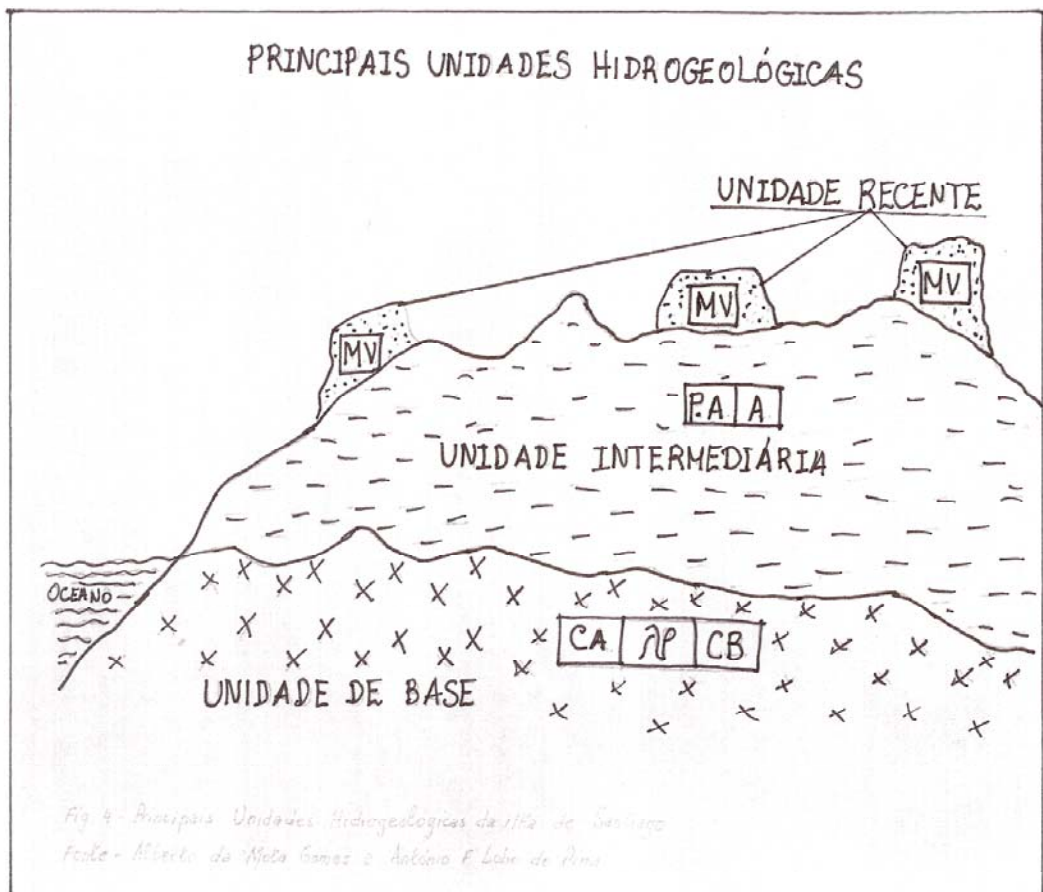
Também faz parte desta unidade a formação de Assomada (A). É constituída por Mantos Basálticos Subaéreos e Piroclastos intercalados. Formação local e específico de Assomada.

3 Unidade Recente

Constituída pela formação do Monte das Vacas (M.V), uma formação mais recente, que é formada essencialmente por cones de materiais piroclásticos basálticos (tufos, bagacinas, bombas, escórias e lapillis). É extremamente porosa e bastante permeável “agu na binde” segundo Mota Gomes. Constitui zona privilegiada para a infiltração, mas não permite a retenção

de água. Toda a infiltração verificada dirige-se preferencialmente para o aquífero principal, que no caso da ilha de Santiago é o Complexo Eruptivo Principal (P.A)

Figura1.3 As Três unidades hidrogeológicas



Fonte: A Mota Gomes e A. Lobo de Pina

CAPÍTULO II

ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE SANTA CATARINA

ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE SANTA CATARINA

2.1 Localização Geográfica e divisão administrativa

O Concelho de Santa Catarina localiza-se na parte central e litoral da ilha de Santiago, entre os paralelos 14°58' e 15°12' de latitude Norte e os meridianos 23°37' e 23°47' de longitude Oeste de Greenwich.

É o maior concelho da ilha de Santiago. Tem uma área de 242,9 Km² que corresponde a 24,5 % da superfície emersa da ilha e 6% do Arquipélago de Cabo Verde.

O Concelho é constituído por 51 localidades, repartidas na freguesia de Santa Catarina. (ver a tabela e o mapa seguintes que ilustram a distribuição das localidades do concelho bem como as suas respectivas populações divididas em feminina e masculina).

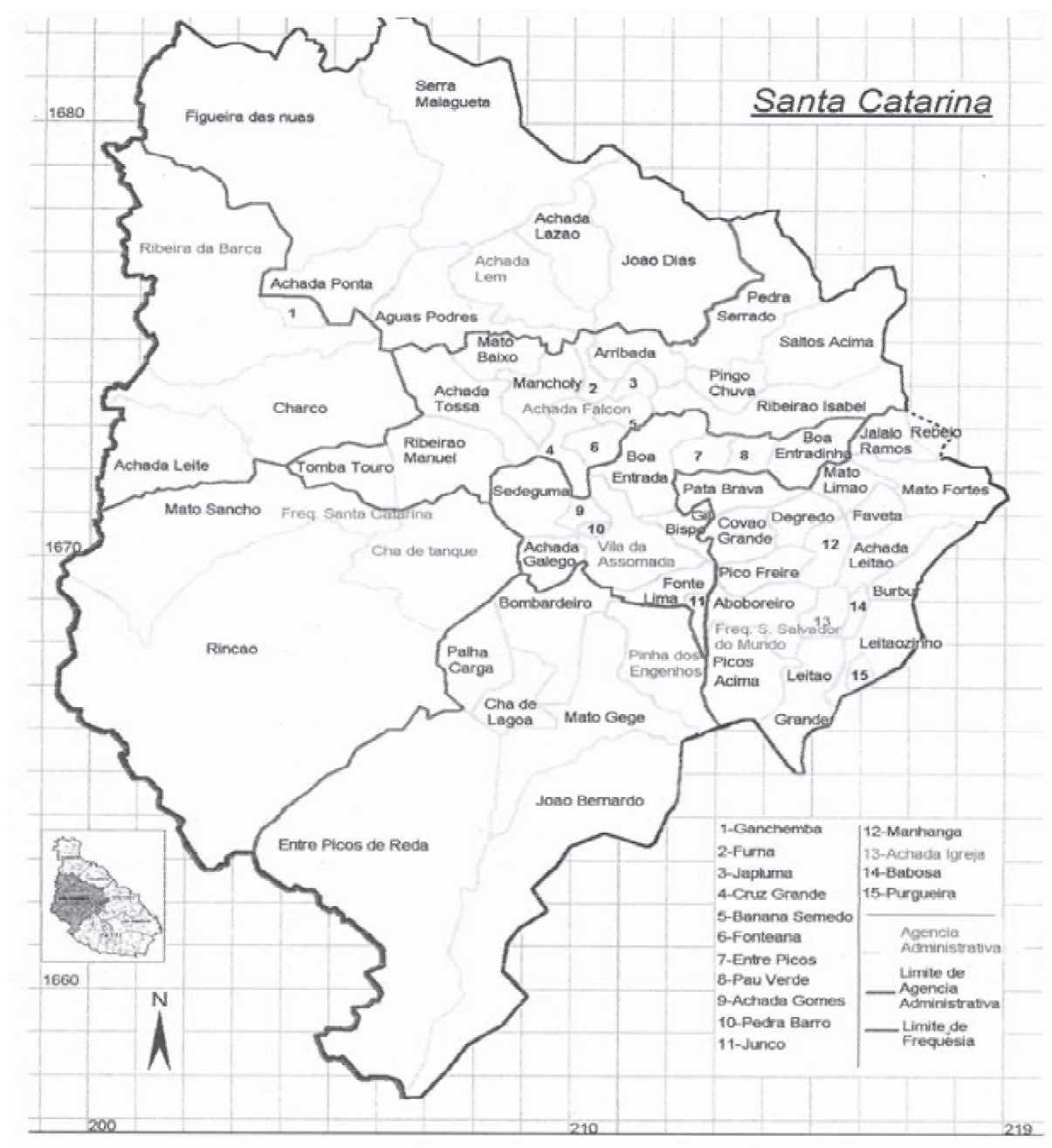
Populações por Localidades Repartidas no Concelho de Santa Catarina

ZONAS	Pop. Total	Pop. Masc.	Pop. Fem.	ZONAS	Pop. Total	Pop. Masc.	Pop. Fem.
Achada Galego	709	328	381	João Bernardo	401	185	216
Achada Gomes	588	278	310	João Dias	605	271	334
Achada Lazão	71	34	37	Junco	326	144	182
Achada Lém	2016	876	1140	Librão	487	202	285
Achada Ponta	256	110	146	Lugar Velho	83	35	48
Achada Tossa	1017	453	564	Mancholy	756	349	407
Águas Podres	187	96	91	Mato Baixo	525	237	288
Arribada	241	105	136	Mato Gege	1134	499	635
Banana Semedo	644	302	341	Mato Sancho	463	200	263
Boa Entrada	1247	593	654	Palha Carga	1146	492	654
Boa Entradinha	528	214	314	Pata Brava	224	95	129
Bombardeiro/ Engenho	1040	473	567	Pão Verde	238	133	154
Chã de Lagoa	439	196	243	Pedra Barro	784	341	443
Chã de Tanque	1187	523	664	Pingo Chuba	554	252	302
Charco	262	121	141	Pinha dos Engenhos	932	432	500
Cruz Grande	775	343	432	R. ^a de Barca	2089	992	1097
Entre Picos	352	156	196	Ribeirão Isabel	492	235	257
Entre Picos de Reda	384	183	201	Ribeirão Manuel	982	443	539
Figueira das Naus	962	437	525	Rincão	1039	514	525
Fonteana	1029	457	572	Saltos Acima	766	346	420
Fonte Lima	1025	462	563	Sedeguma	254	132	122
Furna	502	212	219	Serra Malagueta	729	332	397
Ganchemba	327	165	162	Tomba Touro	424	200	224
Gil Bispo	1212	530	682	Vila de Assomada	7067	3213	3852
Japluma	183	82	101	Fundura	750	328	422

Fonte: Senso 2000:

O Mapa que se segue ilustra as localidades do Concelho de Santa Catarina.

Fig: 2.1 Mapa Administrativo do Concelho de Santa Catarina



Tem uma densidade populacional de 205 habitantes por Km². A sua sede principal é a Cidade de Assomada, que dista cerca de 44km da cidade da Praia, Capital do País.

O Concelho está situado entre os dois grandes maciços da ilha. O maciço do Pico de Antónia com 1394m de altitude a Sul e o da Serra Malagueta com 1063m de altitude a Norte.

A parte central do Concelho é um grande planalto com cerca de 500m de altitude, considerado como um reservatório natural de águas subterrâneas.

Está limitado a Norte, pelo Concelho de Tarrafal, a Sul, pelo Concelho de Ribeira Grande, a Este pelo Concelho dos Picos, a Leste pelo Concelho de Santa Cruz, a Nordeste pelo Concelho de São Miguel e a Oeste pelo Oceano Atlântico (Ver fig. 1.1)

2.2 Aspectos Climatológicos

Santa Catarina possui um clima, que à semelhança de outras regiões do Arquipélago, caracteriza-se pela existência de duas estações: Uma de seca prolongada, abrangendo os meses de Dezembro a Junho; e a outra da chuva, a mais quente e húmida que abrange os meses de Agosto, Setembro e Outubro.

Sendo os meses de Julho e Novembro meses de transição, apresentando assim características da estação húmida ou da estação seca consoante maior ou menor duração anual das precipitações.

Em algumas zonas de Santa Catarina, mais concretamente Assomada e Serra Malagueta verifica-se uma variação considerável de temperatura. Ou seja, a temperatura é mais baixa em relação às outras zonas. O facto deve-se a sua elevada altitude (acima dos 500metros) e a sua protecção pelos maciços montanhosos de Serra Malagueta e de Pica de Antónia, impedindo a ocorrência dos ventos alísios.

Nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro a temperatura é relativamente baixa em todo o concelho, devido a ocorrência dos ventos polares (frios e húmidos) em altitude.

O Concelho possui uma certa especificidade de microclimas apresentando com diferenças mensais e anuais e uma baixa amplitude térmica diurna e anual a volta dos 3°C a 4°C.

2.3 Aspectos Geomorfológicos

O Concelho de Santa Catarina apresenta um relevo bastante acidentado com diversidade de formas de relevo, entre as quais se destaca:

- Os maciços montanhosos;
- Os planaltos;
- Extensas zonas planas (as achadas);
- Cones vulcânicos;
- As ribeiras;

Os maciços montanhosos são os elementos morfológicos de maior importância. Onde se destaca os maciços de Pico de Antónia e de Serra Malagueta, que distam um do outro cerca de 15km.

Entre estes dois maciços destacam-se as planuras de Assomada, com uma altitude de 500metro, as planuras de Achada Falcão e de Achada Lém.

Mas também podemos identificar alguns montes, como Monte Cumbém; Monte, Gil Bispo. Estes dois montes encontram-se a oriente da cidade de Assomada.

A fotografia que se seguiu ilustra o Monte Cumbém.



Foto n.º 2.3 Monte Cumbém

A caminho da Serra Malagueta, sobre a Achada Falcão, eleva-se um pequeno cone de escórias e de Lapilli- o monte Mancholy.

Em Assomada, observa-se pequenos “Cones Adventícios” ambos muito erodidos. O Monte vermelho de cratera esventrada para Nordeste, e um pequeno satélite; pelado que corresponde a uma subida de lava mais viscosa que originou agulhas basálticas” (Ilídio do Amaral 1964. Pág. 91).

Em relação às **ribeiras**, são destacadas as seguintes:

A Ribeira dos Engenhos, com origem na vertente Norte do Pico de Antónia; a Ribeira da barca, com origem no maciço da Serra Malagueta e a Ribeira de Sansão.

É de referir ainda, a Ribeira de Boa Entrada, a Ribeira de Tabugal, a Ribeira de Sedeguma, a de Salto, de Cuba, de Angra e de Selada.

A fotografia que se segue ilustra a ribeira de Boa Entrada, uma das ribeiras do concelho de grande importância para as populações na prática de agricultura e pecuária.



Foto n.º 2.4 Ribeira de Boa Entrada

Algumas ribeiras fazem parte das bacias hidrográficas de grande importância como: As ribeiras dos Engenhos, do Charco, Ribeira da Barca entre outros. (ver a fig. 2.2 em anexo, o mapa de bacia hidrográfica da ilha de Santiago).

Nestas ribeiras regista-se todos os anos uma grande quantidade de água a desaguar para o mar. O escoamento é ainda maior devido à desorganização das construções e ao assoalhamento do planalto de Assomada.

Manuel Monteiro Marques, no seu trabalho “ Caracterização das grandes unidades geomorfológicas da ilha de Santiago” diz que: A área periférica do planalto está sendo atacada pela **erosão** regressivas das ribeiras dada a ausência de vegetação.

Além disso as culturas de sequeiro e a dispersão recente da ocupação humana levam o desaparecimento da cobertura vegetal, dessas áreas limítrofes e favorece a erosão hídricas.

2.4 – Geologia

2.4.1- Características Gerais

A maior parte da superfície coberta de Santa Catarina é composta por lavas basálticas subaéreas do PA (Pico de Antónia), com cones de piroclastos de altura variáveis.

Neste concelho existem uma formação específica, denominada de Assomada que o caracteriza. A formação apresenta exclusivamente a fácies terrestre, com mantos e produtos piroclásticos.

Em Palha Carga aflora o Complexo Eruptivo Interno Antigo (**CA**) com uma cota de 600m.

2.4.2- Sequência Estratigráfica

Na carta geológica de Santa Catarina (folha nº 54 da carta geológica) nota-se a presença das sete unidades geológicas da sequência estratigráfica da ilha de Santiago.

As formações são esquematizadas de acordo com o quadro estratigráfico da mais antiga (1) para a mais recente (7):

1- Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA)

É uma das formações mais antigas, com uma única fácies, a terrestre. Aflora em vários pontos do Concelho com as seguintes subunidades:

- Brechas intra-vulcânicas – Zona dos Engenhos e Ribeirão Manuel;
- Gabros alcalinos olivínicos e sienitos feldspatoidicos – Ribeira dos Engenhos (Chão de Riba);
- Filões de ancaratrítos, limburgitos – Ribeirão Manuel, Engenhos, Entre Picos, entre outros.

2- Formação Dos Flamengos (λ ρ)

Constituída por mantos submarinos basálticos e basaníticos encontra-se nas zonas de Mato Limão, Boa – Entradinha, Ribeira de Selada, Ribeira da Angra, Santa Clara.

3- Formação Dos Órgãos (CB)

Constituída por depósitos conglomerático brechóide possui a fácies terrestre, aflora em Picos Acima, Palha Carga, Ribeirão Isca.

4- Complexo Eruptivo principal do Pico de Antónia (PA)

Possui as fácies terrestre e marinha. O que se observa nitidamente em todo o contorno do Concelho.

5- Formação da Assomada (A)

É uma formação característica do Concelho. Apresenta exclusivamente a fácies terrestre, com mantos e produtos piroclásticos. Esta formação predomina no Planalto de Assomada, Achada Falcão, Tomba Touro, Fundura e Boa- Entradinha;

6- Formação do Monte das Vacas

É constituída por cones de piroclastos e pequenos derrames associados, o que se observa em Assomada (Montes de Cumbém e de Achada Gomes- ver foto.1. em anexo), em Achada falcão (Monte Mascarenhas), em Achada Lém e em Ribeira da Barca etc.

7- Formação Sedimentares Recentes

Possuem duas fácies. A terrestre constituída por depósitos de vertente e de enxurrada e a marinha constituída por areias e cascalheira da praia. São encontrados, normalmente, nas praias e nas ribeiras.

CAPÍTULO III

HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS NO CONCELHO DE SANTA CATARINA

HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS NO CONCELHO DE SANTA CATARINA

3.1 Hidrogeologia e Recursos Hídricos

A Hidrogeologia constitui um vasto campo de acção da geologia e de outras ciências complementares, nomeadamente a Hidrologia, Estratigrafia, Geomorfologia, Litologia, Física, Matemática, Química, entre outros.

Este campo da geologia estuda as águas subterrâneas: as suas características físicas, químicas e bacteriológicas, seu processo de infiltração, circulação e armazenamento a partir das precipitações.

O efeito de infiltração, armazenamento e circulação das águas subterrâneas depende das características das formações geológicas, da topografia do relevo, da permeabilidade do solo, da porosidade e da acção da vegetação.

Nas zonas em que as formações geológicas são mais recentes, o efeito de infiltração é mais rápidas em relação aos que possuem formação do tipo argiloso.

Santa Catarina, um planalto extremamente declivoso até ao mar, é considerado uma zona de grande infiltração, devido as suas características topográficas e geológicas. Contudo o sistema de distribuição dos recursos hídricos no concelho é bastante complexo

Na ausência de um estudo do ordenamento territorial e planeamento ambiental, Santa Catarina a zona urbana, (Cidade de Assomada) possui um aglomerado das construções que dificulta o processo de infiltração e consequentemente, a recarga do aquífero.

Nota-se ainda, que não existem zonas para espaço verde.

Das análises dos inquéritos feitos aos técnicos da Câmara Municipal de Santa Catarina, verificou-se que as pessoas responsáveis para a urbanização, não têm conhecimento sobre as características das formações geológicas e nem da sua existência.

É urgente construir uma equipa multi-disciplinar em, Santa Catarina, para uma maior eficácia do estudo do ordenamento territorial e do planeamento ambiental.

Estes estudos permitem identificar as zonas que favorecem a infiltração das águas, as zonas de risco para a sua protecção e ainda estimar as reservas de águas subterrâneas.

3.2 O Ciclo Hidrológico

Devido a diferentes e particulares condições climáticas do nosso planeta, a água pode ser encontrada em seus vários estados: Sólido, líquido e gasoso.

Entende-se **ciclo hidrológico**, o processo permanente e contínuo pela qual a água passa do globo terrestre para atmosfera na fase de vapor, e regressa novamente ao globo terrestre nas fases líquidas e sólidas graças a energia do sol.

Os componentes responsáveis pela contínua circulação da água (ciclo hidrológico) são: **Evaporação, Transpiração, Precipitação e a Infiltração**. Também são considerados outros elementos como a Respiração e a Combustão.

O Balanço Hidrológico (**Shéma Directeur pour la Mise en Valeur des Ressources en Eau-1993/ 2005**) mostra que das precipitações que caem sobre as ilhas nem tudo se infiltra. Uma parte, cerca de 67%, evapora-se ao interceptar o solo e as folhas das árvores durante o seu

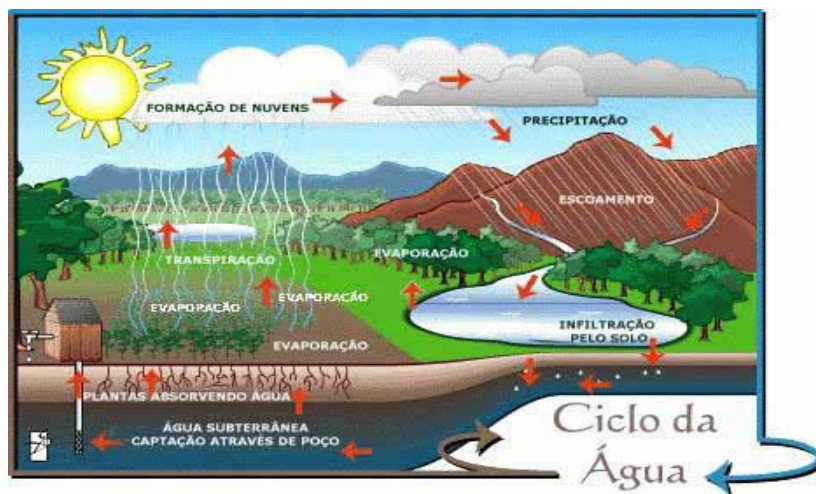
percurso. Cerca de 20% escoam-se à superfície, originando o escoamento superficial, chegando ao mar através das redes hidrográficas.

Apenas 13% infiltra-se através das fendas e fracturas das rochas, acumulando-se no aquífero principal, que no caso concreto é o complexo Eruptivo Principal designado de formação do Pico de Antónia (P.A).

Em cabo verde, a água superficial representa a maior percentagem dos recursos hídricos.

Mas é muito pouco explorado. Sabendo que grande quantidade de água escorre em direcção ao mar sobre tudo nas bacias hidrográficas dos Engenhos, de Boa Entrada e de Sansão.

A figura em baixo, mostra como se processa o ciclo da água ou ciclo hidrológico.



3.2.1 Água no Universo

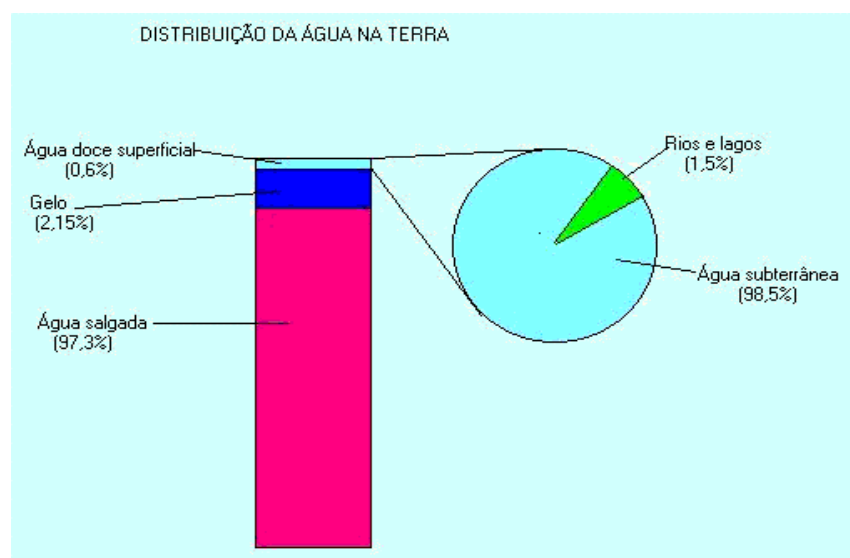
Segundo informações recolhidas na Internet, embora a presença da água tenha sido identificada em todo o universo, somente na terra foi provada até agora, a sua existência em estado líquido.

Observa-se na tabela que se segue, que 75% do planeta terra é ocupado pela água. Desta quantidade apenas 5% é água doce.

Tabela 3.2.1 Distribuição da água no Planeta Terra

Distribuição	Porcentagem
Mares e oceanos (águas salgadas)	70%
Calotes polares e geleiras	2,2%
Água doce	2,3%

O gráfico 3.2.1 que se segue ilustra a distribuição da água no planeta



Observa-se no gráfico acima que de toda água doce disponível para o consumo humano, cerca de 98% está na forma de água subterrânea.

3.2.2 Águas Superficiais

“As águas que escoam superficialmente, representam uma das nossas maiores riquezas naturais. Sua importância não necessita, então de ser realçada, bastando lembrar os problemas que afligem as regiões em que este recurso natural é escasso”, (GARCEZ, L. Nogueira, 1988: pág. 211).

Este tipo de recurso é muito pouco explorado no Concelho de Santa Catarina.

A figura que se segue ilustra cheias a desaguar na ribeira de Chã de Tanque.



Observa-se em baixo uma fotografia da Ribeira de Sansão com grandes quantidades de água a desaguar no mar.



Foto n.º 3.2.2 Cheias em Ribeira de Sansão

Nas visitas feitas nas várias localidades do Concelho, verificamos que existem zonas onde a população tem dificuldades em encontrar água para o uso doméstico. Várias zonas não possuem água canalizada. O que mostra grande défice na gestão dos recursos hídricos.

3.2.3 Águas Subterrâneas

Em Santa Catarina, à semelhança dos outros Concelhos, toda água utilizada nas vastas actividades humanas, isto é, água destinada para o consumo humano, para a indústria, para agricultura e pecuária provém das águas subterrâneas.

As águas subterrâneas são exploradas através de Furos, Galerias, Captação das nascentes e poços.

Em Santa Catarina, os furos são responsáveis pelo o abastecimento. Embora tenham demonstrado uma certa insuficiência em responder a todas as demandas da população.

Regista-se que em algumas zonas deste concelho, (Ribeirão Manuel, Tomba Touro, Achada Tossa, Mancholy, Achada Riba (Assomada) etc. que a população passa muito tempo sem água domiciliar. O que tem gerado conflitos e perturbações no seio da comunidade. O problema agrava-se ainda mais com as ligações domiciliárias feitas nos tubos de adução e ligações não autorizadas feitas pelos SAAS aos domicílios e nas localidades.

3.3 Inventários de Pontos de Água (I.P.A)

O Inventário de pontos de água (I.P.A) consiste na obtenção de dados reais através de verificação in loco, inquérito e análise dos dados relacionados com a hidrogeologia da região que se quer estudar.

Trata-se de um método útil e económico para se chegar ao conhecimento das características hidrogeológicas de uma região bem como a sua potencialidade em recursos hídricos.

O IPA deve ser feito por técnicos experiente da área, dedicado ao trabalho e que não se poupa a esforços e canseiras.

Com a realização do inventário de pontos de água pode-se conhecer os seguintes dados:

- Perfil litológico
- Características químicas e bacteriológicas da água extraída;
- Volume de água utilizado,
- Evolução da potencialidade hidrogeológica
- Características hidrológicas do Concelho
- O modo de abastecimento da água às populações

No concelho de Santa Catarina é necessário actualizar os números dos pontos de água existentes e os seus respectivos caudais na medida em se tenha verificado dificuldades em contabilizar o número exacto de nascentes e poços existente no concelho com os seus caudais respectivamente.

Esse trabalho deve ser dispendioso mas de extrema importância para o concelho, pois permitem executar um controlo hidrogeológico com maior eficácia.

3.3.1 Resumo histórico dos recursos hídricos em Cabo Verde

Em Maio de 1946 o Governo da República Portuguesa é autorizada a criar e enviar a Cabo Verde, Brigadas Técnica dos Estudos e Trabalhos Hidráulicos.

Em Novembro de 1956 Governo da República Portuguesa extingui a , Brigadas Técnica dos Estudos e Trabalhos Hidráulicos de Cabo Verde, foi criado estudo de construção de obras hidráulicas com atribuição e execução dos trabalhos de pesquisa, captação e aproveitamento dos recursos hídricos superficiais com vista ao abastecimento de água à população e para a rega.

Em seguida o Governo Português através do Ministério do Ultramar (Inspecção Geral de Minas) cria na dependência directa da Inspecção Geral de Minas, com carácter temporário, província de cabo Verde, a Brigada de Águas Subterrâneas de Cabo Verde (B.A.S), à qual exerciam os trabalhos de pesquisa, captação e defesa do potencial aquífero.

Em setembro de 1975 a Brigada de Águas Subterrâneas (B.A.S) é integrada na Direcção Nacional de Águas do Ministério Águas de Cabo Verde.

Em Julho de 1977 houve a extinção da B.A.S em substituição de Direcção de Serviço de Exploração Gestão de Águas Subterrâneas(DSEGAS).

Em 1984 aprovação do código de água e dos órgãos de administração dos recursos hídricos que passam a: Conselho nacional de águas(CNAG), Comissões de Água(CA), Junta do Recursos Hídricos(JRH), Registo Nacional de Águas(RNA).

Em Fevereiro de 1985 extinção de DSEGAS e criação, em substituição, da comissão instaladora da junta dos recursos hídricos.

Em Julho de 1987 Regulamentação do Conselho Nacional de Águas (CNAG) como órgão central de gestão dos recursos dependendo directamente do conselho de Ministros.

Em Novembro de 1992 aprovação dos estatutos do Instituto nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (INGRH).

3.4 Necessidades de Implementação dos Programas de Sensibilização das Populações de Como Gerir e Reutilizar as Águas Através dos Meios de Comunicação Social

Sendo a água um recurso cada vez mais difícil de se encontrar em quantidade e qualidade de que o Homem necessita, torna-se urgente introduzir na comunidade cabo-verdiana, um programa de sensibilização e educação da população sobre a maneira mais correcta de utilização da água.

A implementação de programas educativos sobre o uso eficiente e racional da água, deve ser algo contínuo e permanente. Isso porque a mudança de mentalidade; dos hábitos e costumes da população demora um certo tempo.

Em Santa Catarina, nota-se várias atitudes negativas no uso da água. Como por exemplo: O seu transporte nos Camiões-Cisterna (Auto-tanques), na sua maioria em mau estado de conservação o que faz com que grande parte deste precioso líquido se perca pelo caminho,

Utilização da água destinado ao consumo doméstico para a irrigação de pequenas hortícolas. O faz com que os vizinhos fiquem sem água durante semana e até meses.



Foto n.º 3.2.1 Água de consumo na prática de produção hortícolas em Ribeirão Manuel

Deficiente canalização de água, com muitas perdas ao longo do trajecto.

Desses reais problemas citados, que certamente devem ser comuns aos outros Concelhos, cabe às autoridades competentes tomar decisões precisas, o mais breve possível, para a sua resolução. É incalculável a quantidade de água desperdiçada nessas deficiências.

Estes são apenas alguns exemplos do que se pode ver no concelho.

Segue-se alguns aconselhamentos úteis que poderão ajudar no uso racional da água.

- Utilização de novas tecnologias como por exemplo a rega gota-gota; torneiras de mola; autoclismo de 2litros até 5 litros etc.
- Tratamento de águas residuais e sua reutilização na agricultura, criação de espaços verdes;
- Para canalização, usar os materiais adequados e consultar técnicos especializados na área;
- Na lavagem dos carros ou calçadas utilize o balde em vez de uma mangueira;
- Não deixar as torneiras abertas para além do necessário;
- Investir na formação, educação e sensibilização das populações, principalmente as crianças e mulheres, no sentido de usarem racionalmente este recurso.

É do conhecimento geral que o Concelho de Santa Catarina, segundo os estudos geológicos, litológico, hidrogeológicos e geomorfológicos feitos, comporta-se teoricamente, como um espaço privilegiado de infiltração e armazenamento de água. Possui uma extensa área de solos espessos e férteis que podem ser aproveitados para a prática de agricultura e edificação de espaços verdes

Assim, torna-se imprescindível fazer um estudo do planeamento ambiental e territorial que visa o uso correcto dos solos e uma urbanização respeitadora das áreas privilegiadas para a infiltração.

Para a concretização do Programa de Sensibilização da População de como gerir e reutilizar a água através dos meios de comunicação social, seria indispensável que as autoridades competentes tenham, para além do programa pré elaborado, colaboradores suficientemente informados e capazes de assumirem o papel que deles se espera.

O programa tem por finalidade tentar demonstrar, através da comunicação social, a forma mais correcta de cultivar o solo, isto é, que tipo de agricultura adoptar para diferentes terrenos, bem

como a forma mais adequada de utilizar a água. Evitando, deste modo a erosão costeira, o empobrecimento do solo e o desperdício da água.

3.5 Necessidades de Execução de Obras de Retenção e Captação de Águas Superficiais

Como tinha referido anteriormente, as águas superficiais são muito pouco explorada, por isso, o concelho sente a necessidade de aumentar as obras de retenção dessas águas que todos os anos, uma grande quantidade escorre-se em direcção ao mar.

O concelho possui algumas obras de retenção das águas subterrâneas, a maioria com necessidade de concertação. Mas existem algumas de grande importância para os Santa Catarinenses.

As fotografias que se seguem, ilustram as obras de retenção das águas superficiais mais importante no Concelho nomeadamente: Um espelho de captação de água situado em Achada Grande; captação de água de nevoeiro em Serra Malagueta; Reservatório – João Dias, Dique de captação e recarga em Tabugal e uma cisterna familiar em Figueira das Naus. Estas obras actualmente são responsáveis pelo abastecimento da suas comunidades.



Foto n.º 3.6.2 Cisterna familiar em Figueira das Naus



Foto n.º 3.6.3 Reservatório - João Dias



Foto n.º 3.6 4 Dique de captação de Boaentrada

Estas fotografias representam as obras de retenção mais importantes no concelho, mas para um concelho de maior área que representa um relevo bastante acidentado é certo que essas obras de captação de águas superficiais são insuficientes. Nos anos de fortes chuvas vê-se que grande quantidade de água perde-se em direcção ao mar.

3.6 Necessidades de Execução de Obras de Recarga Artificial do Aquífero e Dessalinização

A execução das obras de recarga artificial tem por objectivo aumentar a qualidade e quantidade de água no aquífero; lutar contra a intrusão salina e purificar os furos através da injeção de água.

Existem várias formas de aumentar os lençóis freáticos e é necessário salientar que as mais obras de recarga devem ser construídas. Contudo é preciso verificar se existem condições geológicas, hidrogeológicas, necessárias para a sua implementação.

É fundamental o estudo de impacte ambiental na construção das obras, de grande envergadura, para a recarga do aquífero, como por exemplo: Construção de uma barragem, injeção da água nos furos; tratamento de águas residuais e transferência da água de um furo mais profundo para menos profundo. São obras que necessitam de um estudo prévio e cuidadoso.

Para a recarga artificial de correcção torrencial pode-se construir muros, dique, socalcos, banquetas e levadas de modo a permitir a infiltração, aumentando assim a água no aquífero e

evitando a erosão e o empobrecimento do solo. Caso de Santa Catarina existe algumas zonas que necessitam desse trabalho, o mais urgente possível como exemplo: A zona de Sedeguma, Boa entrada, Ribeira de Barca, Pingo Chuva, Figueira das Naus, Achada Leite, Serra Malagueta entre outros. Embora em Ribeira dos Engenhos já começaram com construções de algumas banquetas, que teve como iniciativa as associações.

Visitamos alguns pontos de água (Furos, Galerias, Poços e Nascentes), identificamos as formações geológicas onde se localizam os referidos pontos de água e observou-se algumas localidades consideradas como áreas de riscos geológicos (erosão costeira na zona de ribeira da Barca, devido a apanha de areia e cascalho).

A fotografia em baixo ilustra essa situação.



Foto nº3.7.1 Erosão costeira em Ribeira da barca

Durante a visita passamos por várias localidades como: Localidade de João Gago, Achada Leite, Charco, Sansão, Ribeira da Barca, figueira das Naus, Mancholy, Engenho, Rincão, Chã de Tanque e Ganchemba.

Essas zonas foram escolhidas para a visita porque são zonas dispersas da cidade, com péssimas estradas e pelo conhecimento são localidades que quase não se lembram da sua existência. No entanto essas zonas apresentam forte carência em todos os aspectos como: Económicos, Financeiros, Sociais, Político, Técnicos mas também carências nos estudos científicos como Geológico; Hidrogeológico, Ambientais etc.

Contudo existem mais zonas do tipo no concelho, mas devido aos problemas financeiros, não foram visitadas.

Na localidade de Achada Leite, no alto do planalto destaca-se uma linda e encantadora paisagem. **(ver foto nº3.3)**



Foto Nº 3.3 Paisagem de Achada Leite

Essa fotografia ilustra o panorama de Achada Leite, com uma pequena moradia, cheios de árvores, mas nada tem sido feito para o desenvolvimento da zona.

A zona de Achada Leite é uma zona relativamente pequena, com pouca população, não possui infraestruturas públicas e apresenta muitas dificuldades.

Através de uma longa conversa informal com o Sr. Iliseu, ele descreveu sumariamente a situação da zona em quase todos os domínios; económicos, sociais, financeiros. Com o referido diálogo analisou-se muito bem e conclui-se que talvez toda a pobreza resulta da pouca visualização e criação de projectos que adapta a sua realidade da zona. Entretanto verifica-se que em termos do potencial hidrogeológico, litológico, paisagístico e turístico excedem em Achada Leite.

Na zona de Achada Leite o abastecimento de água faz-se através de Poços e Nascentes.

Não possui furos de exploração, rede domiciliária, reservatórios de águas superficiais e nem de outras infraestruturas de retenção de águas superficiais, mas nem por isso deixa carência ou falta de água. É uma zona de fortes potências hídricas na medida que observamos no mês de Maio

escorrências de água em mais de três poços mal conservados, mas que nem por isso impedem a água de fluir. Ver foto nº3.3 em anexo).

Devo assinalar ainda que a zona de Achada leite não há controlo sobre o uso das águas. Na localidade de “Ribeira da Barca, João Gago e Achada Leite” deve-se tomar medidas rápidas na prevenção de erosão costeira e tomadas de medidas contra a degradação do meio ambiente na extracção de areias e calhaus.

Visitamos toda a Ribeira de Sansão e uma Galeria cujo nome é conhecido como “Tanque de cuba”

A Galeria é de boa produtividade, produz quatro mil litros por horas (4000L/H) destinados para abastecimento e rega.



Foto n 3.4 Galeria “Tanque de Cuba”

Observando a imagem repara se que precisam de mais higiene. Recomenda-se que é urgente fazer-se a manutenção e limpeza do local que se encontra cheio de sedimentos detríticos.

A formação geológica pertencente a essa galeria e o PA intercalados com Piroclastos. **Ver foto n.º 3.5**



Foto n 3.5 Formação do PA intercalados com piroclástico

Um outro local visitado foi a “**Ribeira da Barca – Ganchemba**” deparou que essa zona à semelhança dos outros também precisam de um rigoroso controlo e um seguimento permanente. Porém observamos a degradação natural do meio ambiente devido a extracção desemfriada de areias e calhaus na ribeira.

Fizemos uma longa caminhada dentro da ribeira de Ganchemba cerca de 7km e encontramos duas nascentes, com um dique de captação”51-868”, com as coordenadas geográficas de latitude 205492m, Longitude 1676522m em UTM uma altitude de 175m, a infra estrutura encontra-se em mau estado de conservação.

Uma das nascentes “51-09” denominado de “Ascaída” tem a coordenada geográfica, a uma latitude de 205614, Longitude 1676965m em UTM e uma altitude de 233metros.

Nessa nascente (ver foto n°3.6) observa uma queda de água durante todo o ano e uma evaporação natural.



Foto n.º 3.6 Nascente Ganchemba” Evaporação natural

No Concelho verificou-se que existem poucas obras em que permitem a recarga do aquífero, dessas poucas que existem, não se encontra monitorizadas nem se quer a manutenção é feita. Alguns estão totalmente cheios de sedimentos (materiais argilosos) e ou cobertura vegetal exuberante, outros na fase da desagregação. (ver foto 3.1 de um reservatório degradado em anexo)

Sendo assim dificulta a infiltração de água para a recarga do aquífero portanto, tem-se notado que em algumas localidades do concelho apresenta o forte problema de abastecimento de água para o consumo doméstico, e muita pressão sobre os furos poços e nascentes.

Deste modo torna-se urgente elaborar um programa para manutenção e reparação das obras existentes aumentar a construção de mais infra-estruturas para o armazenamento e retenção de águas superficiais que passam dias e mais dias a escorrer para o mar na época das chuvas.

Ainda seria de extrema importância sensibilizar às famílias para a construção de cisternas individuais.

As autoridades competentes devem apoiar àquelas que embora queiram construir e não dispõe de meios financeiros para tal.

Só assim consegue desenvolver a gestão integrada dos recursos hídricos.

A Dessalinização da água do mar ou salobra pode ser efectuada através de processos de remoções de sais através do processo osmose inversa.

Para o concelho de Santa Catarina este processo, embora apresenta o seu custo, mas parece ser viável e inevitável pode ser uma das técnicas rentáveis para a resolução dos problemas de abastecimento de água que afecta outros problemas sociais.

Penso que é urgente para o Concelho de Santa Catarina que as autoridades municipais, conjuntamente com as nacionais, começassem a pensar e a elaborar projecto no sentido de se aumentar o abastecimento de água às populações.

Mesmo nos inquéritos feitos às populações de Assomada e aos responsáveis do SAAS e ao presidente da Câmara Municipal de Santa Catarina comungam da mesma opinião.

O aumento de abastecimento de água às populações neste concelho só é possível através da execução de mais furos na zona de Achada Falcão.

Com este ritmo de crescimento pensa-se que para o futuro, a solução é a dessalinização.

A dessalinização pode ser em Rincão ou em Ribeira da Barca. Em Ribeira da Barca do ponto de vista técnico e da localização geográfica é mais favorável do que em Rincão. O inconveniente é as formações geológicas, é do tipo CA, o que não permite infiltração e circulação de água.

Em Rincão do ponto de vista Hidrogeológico é mais favorável do que em Ribeira da Barca, as formações geológicas são do tipo P.A. **“Lri”**. Nesta formação a infiltração é rápida e fácil.

Em jeito de solução, é da opinião de muitas pessoas que o Concelho com esse ritmo de crescimento mais cedo ou mais tarde, a solução do abastecimento de água passará necessariamente pelo processo de dessalinização.

CAPÍTULO IV

CONTROLO HIDROGEOLÓGICO NO CONCELHO DE SANTA CATARINA

CONTROLO HIDROGEOLÓGICO NO CONCELHO DE SANTA CATARINA

O Controlo hidrogeológico trata-se de uma actividade rotatória, que pode ser mensal, trimestral ou ainda consoante for a recomendação do técnico hidrogeólogo.

Através do controlo hidrogeológico obtém-se várias informações dos aquíferos nomeadamente: O nível freático dos pontos de água, o caudal extraído pelo furo, a temperatura, a condutividade, o nível estático e entre outros, que funcionam através de uma ficha, preenchendo os parâmetros solicitados (ver a ficha nº 4.1 em anexo).

Esses dados obtidos através do controlo hidrogeológico são de extrema importância, isto é; servem para estimação da quantidade dos recursos disponíveis, identificação e análise das características fundamentais do aquífero e na planificação e conservação dos recursos disponíveis. Tem ainda um contributo importante na gestão eficaz dos recursos disponíveis.

Para um adequado controlo hidrogeológico, evidentemente que o controlador deve ter prévias instruções e orientações que devem executar no campo.

O controlo hidrogeológico é uma tarefa que exige delicadeza, minuciosidade e muita rigorosidade. Daí que é de extrema importância dar aos controladores uma formação contínua e um seguimento, com maior exigência, na respectiva tarefa.

Actualmente qualquer acção relacionada com a exploração dos recursos hídricos atribui-se a responsabilidade ao INGRH, cuja sede situa-se na Praia (Chã de Areia), sendo certo que as câmaras municipais assumem os serviços de produção e distribuição deste preciso líquido.

No caso do concelho de Santa Catarina, a Câmara Municipal tem o controlo sobre o SAAS, segundo a opinião de vários trabalhadores do mesmo, pois disseram, que não têm nenhum poder decisivo sobre o trabalho.

4.1 Pontos de Exploração e Piezométricos

No concelho de Santa Catarina são explorados cerca de trezentos e quarenta e três pontos de água divididos em poços, nascentes e furos, e / ou galerias.

Esses pontos de exploração estão georeferenciados e lançados num banco de dados no INGRH.

A meu ver, os pontos de água monitorizados pelo INGRH, são muito reduzidos, sobretudo no que diz respeito aos poços e nascentes. Pode-se ver que nos números de poços e nascentes existentes, parece-me a mim, muito reduzidos em relação aos que estão na rede de controlo. Neste sentido, para colmatar tal situação não será necessário arranjar meios para aumentar o número de controlo desses pontos?

A tabela que se segue ilustra um resumo da quantidade dos pontos de água que são explorados no concelho de Santa Catarina

Tabela n.º 4.1: Pontos de água explorados

Pontos de água explorados	Furos	Nascentes	Poços
Total	49	143	151
Os que estão na rede de controlo	29	16	3

Fonte: INGHR Banco de Dados

No concelho de Santa Catarina, de acordo com a tabela, observam-se furos de exploração quarenta e nove, distribuídos pelas diferentes localidades do concelho. De entre eles vinte e nove são, responsáveis para o abastecimento no concelho. O mapa que se segue ilustra os furos de abastecimento.

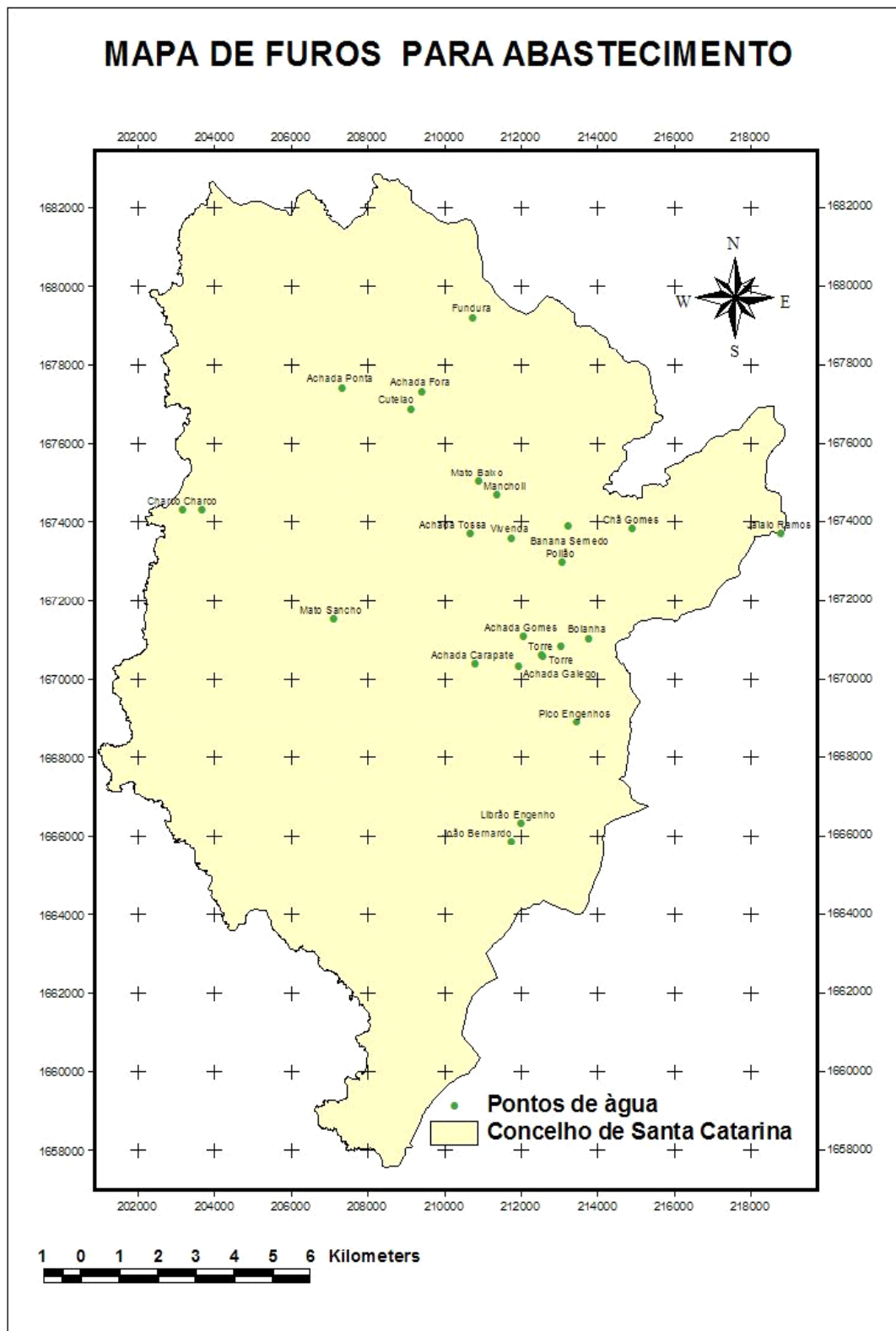


Fig. 4.1 Mapa de furos de exploração do Concelho de Santa Catarina

4.2 Pontos de água Monitorizadas pelo INGRH

Os pontos de água monitorizadas devem ser pontos seguidos pelos controladores de acordo com um programa preestabelecido. Dos pontos de exploração existentes no Concelho, cerca de 25% são monitorizados pelo INGRH (ver a tabela 4.1).

Os pontos que não são controlados, deixados por bem entender da comunidade, podem trazer séries problemas tais como: conflitos, doenças, diminuição da qualidade de água devido a sobre-exploração, intrusão salina bem como a própria falência do furo.

De acordo com o relatório feito pela divisão dos Recursos Hídricos, os trabalhos realizados de Janeiro de 2005 a Dezembro do mesmo ano, registam vinte e nove furos, quatro nascentes e três poços que se encontram na rede de controlo.

A tabela que se segue representa um resumo dos pontos explorados, destacando os que estão na rede de controlo pelo INGRH.

Furo	Localidade	Horas de exploração recomendadas/ dia	Prod. máx. recom./dia	Utilização	Observação
FBE – 67	Cruz grande	7	28	Abast	
FBE – 69	Achada Tossa	4,5	14,85	Abast	
FBE – 73	Achada Fora			Abast	
FBE – 74	Boaentrada(Poilão)	7	31,5	Misto	
FBE – 76	Chã Gomes	5	17,5	Abast	
FBE – 77	Banana Semedo	Não há registo	Não há registo	Abast	Avariado
FBE – 83	Achada Gomes	2	4	Abast	
FBE – 89	Pinha do Engenhos	Não há registo	Não há registo	Abast	
FBE – 92	Assomada- Torre	Não há registo	Não há registo	Abast	
FBE – 94	Librão	8	40	Abast	
FBE – 95	João Bernardo		0	Abast	Avariado
FBE – 99	Achada Ponta	6	24	Abast	
FBE – 100	Achada Galego	10	70	Abast	
Furo	Localidade	Horas recomendados	Prod. M. recom./dia	Abast	Observação
FBE – 116	Achada Galego Escola Luiz Allaz			Abast	
FBE-117	Assomada- Bolanha	16	240	Abast	
FBE-119	Mato Baixo	Não há registo	Não há registo	Abast	
FBE – 127	Fundura	10	30	Abast	Avariado
FRB – 161	Carris Morto	Não há registo	Não há registo	Abast	
FRB- 170	Charco	Não há registo	15	Abast	
FRB- 186				Abast	
FRB – 212	Cutelão		36	Abast	
FBE – 201	Charco		12	Ind.	Rega
FRB – 01	Mato Sancho	Avariado		Abast	Avariado
FRB – 02	A. Carrapate		64	Abast	
FRB – 03	Mancholy			Abast	
FBE – 97	Achada Igreja	18	144	Abast	
FBE – 90	Pico Freire	2	10	Abast	
FBE – 104	Leitão Grande	6	7,2	Abast	

Fonte: INGRH Tabela 4.5 Furos Monitorizados.

Os furos discriminados na tabela acima estão na rede de controlo e são responsáveis para o abastecimento do concelho.

Os furos destinados para a rega são FBE-74 (misto) em Boa Entrada – Poilão e FBE-201 em Charco.

A tabela, já referenciada, mostra furos que são mais produtivos, nomeadamente FBE-97, 117, 100, e 02), sendo alguns que se encontram avariados como (01, 127, 95,77) e sem registos dos

caudais de exploração, e outros sem qualquer informação, isto tudo nos parece ser défice no controlo hidrogeológico.

A tabela acima referenciada, mostra a produção máxima recomendada, por dia, assim como as horas de bombagem. Segundo um responsável do SAAS seria muito difícil ou se não mesmo impossível cumprir as horas máximas para exploração do furo existente no concelho, bem como o seu caudal. Isso porque a instituição sente-se incapacitada em responder a todas as demandas da população.

Todavia os pontos de maior produtividade de água e responsável para o abastecimento são os furos seguidos mensalmente que produzem cerca de 517000m³/ano. Para o efeito de certificação, conferir a tabela acima desciminada.

4.3 Principais problemas da comunidade inerentes ao abastecimento de água

Como se sabe a geradora de todas as actividades concernentes ao homem é a água.

Numa zona onde o abastecimento de água é deficiente os problemas são enormes e atingem sobretudo as mulheres e as crianças.

Desde 1960, Cabo Verde, enfrentou períodos de secas, que fizeram desaparecer muitas nascentes e poços.

No concelho de Santa Catarina os problemas ligados ao abastecimento da água são anotados frequentemente, tanto para a rega como para o consumo. Normalmente, os problemas são maiores e graves devido a diversos razões como:

- Diminuição da produção dos furos de exploração na época da seca;
- Mesmo nºs de furos com permanentes ligações domiciliaries;
- Deficiente orientação do trabalho;
- Pouca formação por parte dos técnicos para analisar e interpretar os sistemas de abastecimento de água existente no concelho;

Deve-se referir que nessas situações são mulheres e crianças as mais vítimas. Procuram água em lugares distante da casa que pode ultrapassar 7 km de caminhada.

As crianças perdem aulas e isso influência no rendimento escolar. Existem outros problemas tais como: Conflitos familiares, fome, falta de higiene entre outros.

4.4 Os Problemas Ligados ao Abastecimento de Água para Agricultura.

No Concelho de Santa Catarina existem um sistema de abastecimento de água para a rega denominado de “Boca a Boca”, ou ainda parcela por parcela.

A distribuição de água para agricultura fazem-se através de uma organização comunitária denominada de “Merinho”. Existem eleições de um dirigente para a distribuição de água.

A partir de um calendário fazem-se a distribuição de água para a rega. Muitas vezes verifica-se atritos e conflitos entre os proprietários, sobretudo nos anos de pouca chuva e nos meses de Abril a Julho.

Para a resolução dos conflitos é chamado os técnicos do MAAP e do SAAS . Caso o conflito for aguda chama a polícia. Esses problemas, na sua maioria são por perdas dos pontos de água, baixo nível freático e pouca recarga.

Para o caso da Ribeira dos Engenhos e Boa Entrada é devido a fraca recarga dos lençóis freático isso porque o “Plateau” de Assomada está assoalhado em betão, e toda a água da chuva escorre directamente para o mar.

4.5 Qualidade de Água

A água é o sinónimo de vida em condições higiénicas nos garante a sua qualidade.

A água para o consumo deve ter determinadas características que a define como água potável. Em cabo Verde seguimos as normas da OMS no que diz respeito à qualidade de água.

As análises da qualidade de água são basicamente conduzidas pelo INGRH.

O departamento de água e saneamento é responsável para a desinfecção, inspecção, fiscalização e vigilância sanitária. Porém de acordo com uma conversa informal com um dos responsáveis do SAAS o trabalho é muito deficitário, visto que não há cumprimento dos deveres profissionais por parte dos vendedores e tem dificuldades em fiscalizá-los devido a falta dos meios de transporte.

Durante o estágio, saímos várias vezes para o campo na observação de alguns pontos de água e recolha de amostras para a sua análise. São apenas três amostras recolhidas, porque as condições não favoreciam mais recolha.

No entanto, acredito que essas amostras são insuficientes para uma análise geral do Concelho, mas deixa uma ideia clara da situação a que se encontra algumas zonas.

Os resultados obtidos na análise feita no laboratório de LASAP dos três pontos de água seguidos, encontram-se na tabela que se segue.

Parâmetros	Valores Recomendados VMR-VMA	Nasc. 51-09	Nasc.51-33	FBE-201
Cor aparente Mg/l escala Pt/Co	1-20	Incolor	Incolor	Incolor
Cheiro Taxa de diluição	0-2(a 12°C) 0-3(a 25°C)	Inod.	Inod.	Inod.
pH	Escala de Sorensen	8,22	8,34	8.42
Aspecto		Límp.	Límp.	Límp.
Sólidos totais Dissolvidos (TDS) mg/l	1000	208	264	1950
Condutividade µs/ cm	400-1000	430	545	3770
Salinidade -‰		0,2	0,3	2,0
Cálcio mg/l Ca^{2+}	100	16,8	16,8	233,6
Magnésio- mg/l Mg^{2+}	30 - 50	9,73	14,5	205,3
Nitratos- mg/l NO_3^-	25 - 50	0,03	0,04	0,065
Nitrito-mg/l NO_2^-	- 3	Não possui	0,01	Não possui

Tabela 1.2: Resultados das análises

Legenda:

Amostra 11= Nascente 51-09 “Zona de Ganchemba-Iscaída”

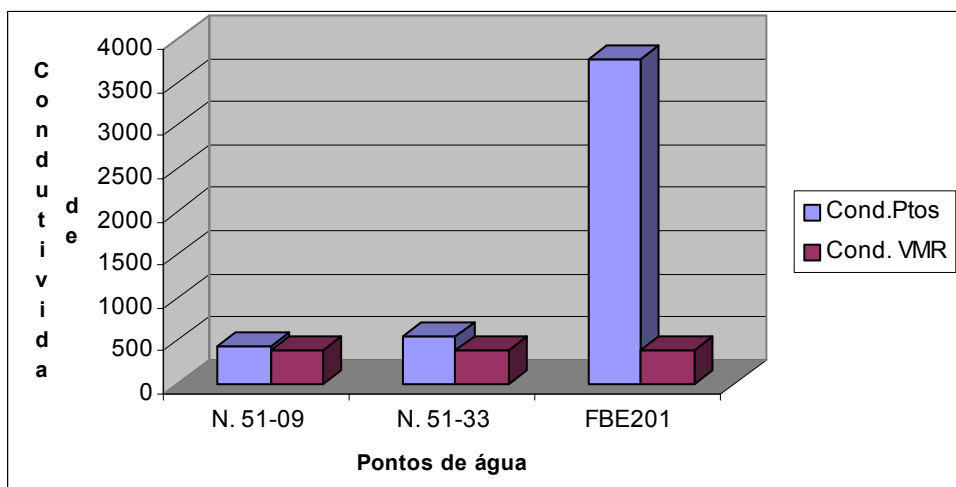
Amostra 12= Nascente 51-33 “Zona de Ganchemba”.

Amostra 13= Furo FBE-201 João Gago.

O gráfico que se segue ilustra uma relação entre condutividade dos pontos analisados e o valor máximo recomendado pela legislação.

O Perfil da condutividade segundo a origem das amostras de águas analisadas em relação ao limite máximo recomendado pela legislação.

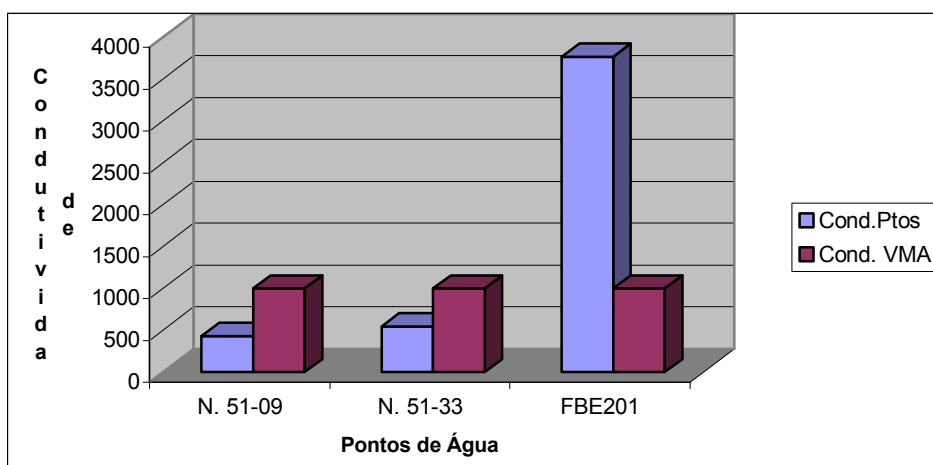
Gráfico N.º 1: Perfil da condutividade segundo a origem das amostras



Dos pontos analisados verifica que somente o “Furo FBE-201 João Gago” ultrapassa de longe o **VMR** (valor máximo recomendado).

O resultado da análise indica que a zona de “João Gago” encontra-se numa situação de salinidade crítica, com impacto directo sobre os solos; que por sua vez tem como consequência na redução da produção agrícola e a esterilização dos mesmos.

Gráfico N.º 2: Relação Perfil da condutividade eléctrica em relação ao Valor Máximo Admissível (VMA)



Da análise do gráfico verifica-se que o “Furo FBE-201 João Gago” ultrapassou a condutividade máxima recomendada para o consumo.

Geralmente, a classificação da água para irrigação, no que respeita à condutividade, é determinada pela quantidade de iões dissolvidos na água, como abaixo discrimina:

- Água de baixa salinidade – 0 a 250 micromhos/cm;
- Água de média salinidade – 250 a 750 micromhos/cm;
- Água de alta salinidade – 750 a 2250 micromhos/cm

De acordo com os resultados obtidos verifica-se que as nascentes 51-09 e 51-33 são de boa qualidade, os resultados não ultrapassam os valores admissíveis.

Geralmente as águas destinadas para o consumo humano são de boa qualidade.

CAPÍTULO V

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO, GESTÃO E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO CONCELHO DE SANTA CATARINA

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO, GESTÃO E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO CONCELHO DE SANTA CATARINA

5.1 Principais Sistemas de Abastecimento de Água

O Sistema de abastecimento de água abarca um conjunto de todas as infra-estruturas e equipamentos, com a finalidade de fazer chegar a água às populações.

Normalmente os sistemas de abastecimento de água variam tendo em conta a zona e o nível de vida da população. Para a sua implantação, é necessário um conhecimento adequado das características morfológico, urbanística e litológica das localidades.

No desenho do sistema deve-se ter em consideração o seguinte: A profundidade, o diâmetro e o volume em diferentes épocas do ano; mas também é necessário precisar a quantidade de água disponível em cada sistema de abastecimento com o intuito de se fazer uma boa gestão e distribuição deste precioso líquido.

O abastecimento de água tem influência decisiva sobre tudo no controlo e prevenção de doenças. Conduz ao melhoramento de várias actividades, nomeadamente: nos hábitos higiénicos, domésticos, na limpeza pública, prática desportiva, na confecção dos alimentos entre outros.

No concelho de Santa Catarina existem cerca de vinte e quatro sistemas de abastecimento de água.

Dos vinte e quatro sistemas, foram escolhidos quatro que pensa ser as principais, para a sua caracterização e descrição. A cada sistema foi atribuído um nome, de acordo com o local e a distribuição da água. (ver a Fig 5.1 em anexo).

Sistema Assomada / Picos /Ribeirão Manuel S72 – 01

O sistema Assomada /Picos / Ribeirão Manuel é constituído por três grandes reservatórios, R72-131 situado em Monte – Assomada cuja capacidade é de 500m³.

Esse reservatório é abastecido através de 4 furos: FBE-100, FBE-92, FBE-185, situados em Achada Galego e FBE-161 situado em Carris Morto.

A partir do reservatório (R72-131) é abastecido a cidade de Assomada e arredores com ramal até Tomba Touro. Dentro do sistema Assomada, fazem parte as ligações domiciliárias e as ligações para chafarizes.

Dos reservatórios R72-15 e R72-16 é abastecido outra localidade da cidade, os arredores e também vila de da Achada Igreja até Achada Leitão.

Estes dois últimos reservatórios são abastecidos através do furo FBE-117.

Sistema Figueira das Naus S72-05

A partir do furo FBE – 73 situado em Achada Fora, a água é bombeada até ao reservatório R72-152.

Desde reservatório por gravidade a água vai até ao reservatório R72-154 situado em “Achada Bezerra”; dali a água é novamente bombeada através de um supressor até ao reservatório R72-155 situado em Figueira das Naus.

A partir do reservatório R72-155 é abastecido o R72-156 que por sua vez alimenta o chafariz F72-72.

Sistema Ribeira da Barca S72 – 02

A partir do furo FBE-170 situado em Ribeira do Charco a água é bombeada para um pequeno reservatório R72-161 de partida de 10m³ que abastece por gravidade os reservatórios R72-162 e R72-163.

Do reservatório R72-162 existem ligações domiciliárias e são abastecidos dois chafarizes F72-75 e F72-76.

Sistema “Mancholy- Saltos” S72-06

Dentro do sistema S72-06, o furo FRB- 03 situado em Mancholy a água é bombeada ao reservatório R72-147 e dali através de um supressor é novamente bombeada até ao reservatório R72-148 situado em “Quatro Caminho”. E abastece um chafariz F72-62. do reservatório R72-148 a água por gravidade vai até o reservatório R72-150 de Arribada onde abastece também um chafariz F72664 e, que, por sua vez, abastece o reservatório R726149 que abastece também um chafariz F72-63.

Os sistemas de Infra-estruturas existentes no concelho de Santa Catarina tanto para o abastecimento como para o serviço de água, são diversos, são constituídas por:

1.a) As infra-estruturas hídricas comunitárias das quais fazem parte:

- Reservatórios
- Cisternas
- Espelho de captação
- Transporte por camiões

Essas infra-estruturas hídricas destinam-se à colecta de água e ao armazenamento da água durante o período da chuva.

1.b) As infra-estruturas hídricas de ligações domiciliarias que são:

- Furos
- Nascentes

5.2 Volume de água produzida durante o período seco e época chuvosa

A tabela que se segue ilustra um resumo da quantidade de água produzida e distribuída durante o ano de 2005.

Meses/ ano 2005	Produção em (m)	Domicílio	Outros(font., cist, camões).	Rega tradicional
Janeiro	45.005,00	38.955,39	5349,61	700,00
Fevereiro	42.695,00	37.154,12	5090,88	450,00
Março	45.688,00	39.509,65	6084,35	94,00
Abril	46.329,00	36.982,11	9346,89	514,00
Maio	50.989,00	43.097,28	7277,72	614,00
Junho	41.874,00	32.651,95	9222,06	100,500
Julho	45.065,00	36.593,97	8028,03	420,00
Agosto	43.700,00	38.352,72	5126,28	210,00
Setembro	38.701,00	34.579,25	4031,75	90,00
Outubro	41.463,00	37.036,00	4344,00	50,00
Novembro	42.648,00	35.510,40	6935,6	180,00
Dezembro	46.708,00	37.634,50	8931,5	120,00
Total	530.865,00	448.057,34	78.249,67	4.447,00

Os meses de maior produção são Abril e Maio, e os de menor produção são Setembro, Outubro e Novembro.

O gráfico seguinte mostra ainda que de toda água produzida (50%), 42% destina-se para o consumo. Os restantes 8% destinam-se para fontenário, cisterna, venda directa entre outros.

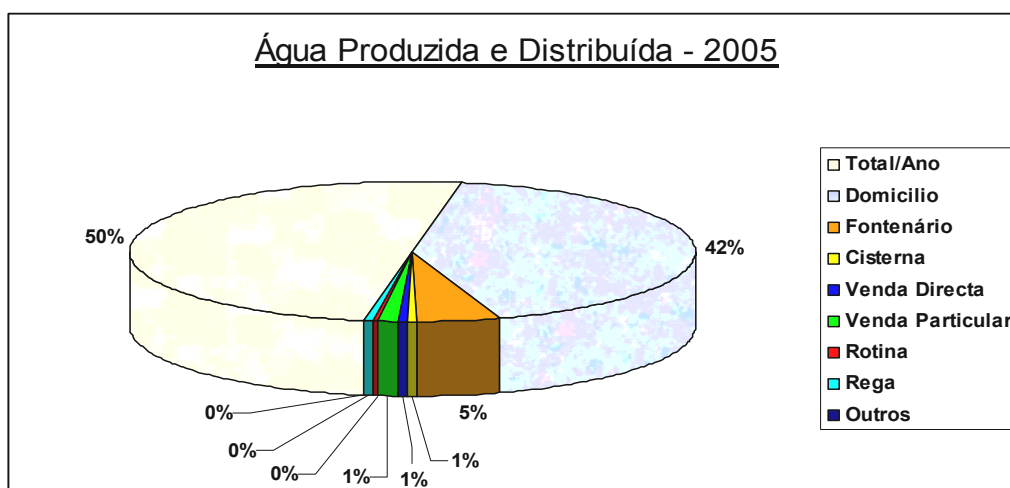
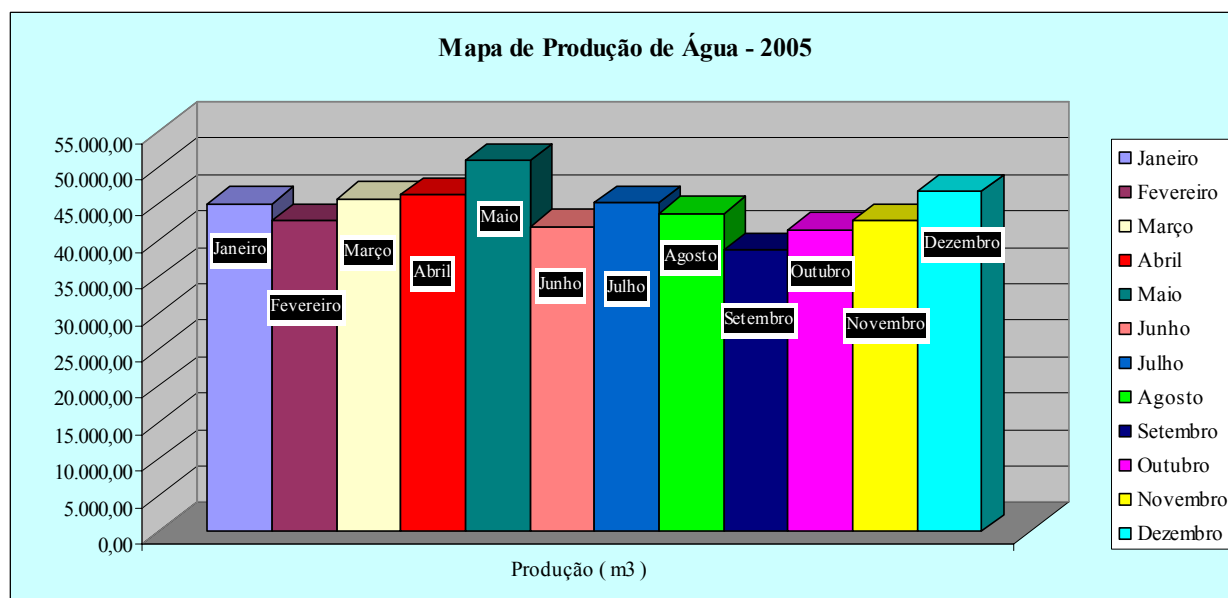


Tabela volume Explorado durante o mês de Maio de 2006

Actual concelho de Santa Catarina	Total de Produção	Rega Tradicional	Rega gota-gota	AAP	IND
	50.626,00	2.027,00	_____	48.599,00	_____

Fonte: INGRH



Fonte: SAAS

Analisando o quadro verifica 98% da água produzida, tem como finalidade o que o abastecimento às populações; apenas 2% destina-se rega tradicional.

Pode-se realçar ainda que não há registo sobre a quantidade de água destinada às construções, embora haja unanimidade de opiniões no que diz respeito ao aumento acelerado da construção civil em Santa Catarina.

A inexistência de registos da quantidade de água destinada às construções demonstra uma deficiência do controlo hidrogeológico no concelho.

Os poços que quase não se fazem controlo, visto que dos 86 poços existentes no concelho (segundo uma ficha de Inventários de Infra-estruturas e Pontos de Água dos Sistemas de AAP/Rega) apenas dois são controlados e facturados mensalmente.

O controlo hidrogeológico debruça-se essencialmente nos furos de exploração existentes, dos outros pontos de água (nascentes e poços) pouco se controlam.

Os pontos piezométricos até o momento da pesquisa são apenas uma (FT- 185, Torre Assomada). Até o presente momento existe apenas esse ponto encontra-se fora de rede de controlo visto que o furo está seco; sendo assim o concelho não dispõe de furo de piezometria.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A Pesquisa proporcionou alguns conhecimentos dos diferentes tipos de formação geológica existente no concelho, da maneira como os recursos hídricos são utilizados, da capacidade de produção dos furos, dos diversos problemas relacionados com o abastecimento de água, da identificação de algumas localidades considerados como zonas vulneráveis a riscos geológicos, entre outros.

Algumas considerações importantes acabam por comprovar das hipóteses formuladas.

A relativa facilidade de exploração das águas subterrâneas no concelho agrava os riscos de sobreexploração;

Recomenda-se a monitorização de todo o concelho com a finalidade de evitar indícios de intrusão salina, nas zonas costeiras e o empobrecimento das reservas nas zonas interiores;

A inexistência de um mecanismo de controlo hidrogeológico rigoroso principalmente nas zonas de Ribeira da Barca, Achada Leite, João Gago entre outros poderá provocar a diminuição da qualidade de água;

Aconselha-se aos responsáveis a implementação de um estudo de AIA (avaliação de impactos ambiental) que engloba áreas multi-disciplinares, para a sua mitigação e correcção,

Durante a visita observou-se varias nascentes e Galerias com água que parece ser produtiva e de boa qualidade, com isso recomenda-se que é urgente fazer a manutenção e limpeza do local que se encontra cheio de sedimentos e materiais detriticos, porque a boa higiene contribui para melhor qualidade;

Existe algumas atitudes incorrectas na prática do uso de água, para minimizar essas atitudes, é necessário apostar na formação e sensibilização da população;

Verifica-se que várias localidades do concelho tem ressentido muita falta de água, não pela inexistência da mesma, mas sim pela deficiente interpretação dos sistemas de abastecimento de água existente no concelho e ligações não autorizadas feitas no tubo de adução;

Aconselha-se permanente formação dos técnicos do SAAS, na distribuição e ligação de água bem como o melhoramento da política de água;

A desorganização das construções dificulta a infiltração das águas subterrâneas no planalto de santa Catarina,

Recomenda-se que é urgente, junto das autoridades fazer a urbanização do terreno com políticas de preservação das áreas que permitem a infiltração e o armazenamento das águas das chuvas;

ANEXOS

ANEXOS

República de Cabo Verde
Instituto Superior de Educação
Departamento de Geociências
Curso de Licenciatura em Geologia -Ramo Científico

Inquérito aos utilizadores de água no concelho de Santa Catarina

O presente inquérito destina-se aos utilizadores de água no concelho de Santa Catarina, cujo o objectivo principal é identificar as potencialidades hídricas para a satisfação das necessidades das populações. Para responder as questões que se seguem é basta colocar uma cruz (x) num dos quadradinhos á frente de cada resposta.

I: Identificação

- 1- Nome _____
- 2 Concelho _____
- 3 Zona e localidade _____
- 4 Idade _____
- 5 Estado civil _____
- 6 Profissão _____
- 7 Nível de escolaridade _____
- 8 Número de agregado familiar _____

II: Modo de abastecimento

- 1- Poço ☐ Galeria ☐ Nascente ☐ Chafariz ☐ Auto-tanque ☐
- Captação do telhado ☐ Rede Canalizada ☐ Reservatório ☐

2 Quantidade de água adquirida / recebida por dia é:

Insuficiente ☐ ; Suficiente ☐ ; Bom ☐ ; Muito Bom ☐

Se for insuficiente, porquê?

3 Quantidade de água gasta por dia

0 a 15 litros ☐; 15 a 30 litros ☐; 30 a 45 litros ☐; 45 a 60 litros ☐; maior que 60 litros ☐

4 Uso de água adquirida

Consumo doméstico ☐; Rega ☐; Para dar Animais ☐; As três coisas ☐;

Na construção civil ☐

5 O número de pontos de água explorado na sua zona:

São poucos ☐; Razoável ☐; Muitos ☐

Se são poucos porque

6 Qual é o ponto de água predominante na sua zona

Nascentes ☐; Furos ☐; Galerias ☐; Poços ☐

7 Quantas

8 Na sua zona a água falta?

Nunca ☐ Sempre ☐; Às vezes ☐

9 A partir de que mês que você começa a sentir falta de água

Janeiro ☐; Fevereiro ☐; Março ☐; Abril ☐; Maio ☐; Junho ☐; Julho ☐; Agosto ☐;

Setembro ☐; Outubro ☐; Novembro ☐; Dezembro ☐

10 Que soluções adota quando a água faltar?

Empresta o vizinho ☐; Compra no auto-tanque ☐; Apanha em outras localidades ☐

11 A seu entender o que é que está na origem da falta de água?

Aumento da População ☐; Falta de chuva ☐;

Insuficiências de reservatórios para a conservação e captação ☐

Cheias na Ribeira de Chã de Tanque



Casa em Bolanha Assomada- tornou-se numa nascente na chuva de Agosto de 2006



Vale de Boa Entrada



Reservatório danificado em Barreira- Cabeça Carreira



Risco geológico através de apanhas de calhaus e areias



Zonas de Riscos a inundações tanto por cheias como por transgressão marinha



Plantação afectado por salinidade em João gago



Erosão costeira na zona de Ribeira da Barca



Paisagem de Achada Leite



Poços cheios de sedimentos em Achada Leite

Galeria “Tanque de Cuba” em Sansão cheios de sedimentos



Nascente Ganchemba com a evaporação natural durante todo o ano



INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

DIVISÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

FICHA DE CONTROLO DE EXPLORAÇÃO

Furo _____ Localidade _____ Zona _____ Mês _____ Ano _____

Dia	Nome dos Utentes	Contador			Horas		
		Início	Fim	M ³	Início	Fim	Total
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

CONTROLO DOS PIEZOMETROS E POÇOS

CONCELHO _____

RESPONSÁVEL _____

DATA _____

Pontos de Água	Localidades	Medições	Observação



Recursos Hídricos

Ficha de Exploração

Zona	
Localidade	
Furo	
Mês	

Nº de contador.....

Motorista,

.....

- (1) Dia do mês
- (2) Total das horas por dia
- (3) Leitura início do dia
- (4) Leitura fim do dia
- (5) Volume bombado (4)-(3)
- (6) Débito (5)/(2)
- (7) Observações
- (8) Nº de dias de funcion.
- (9) Nº de dias avariado
- (10) Nº total de horas
- (11) Volume total por mês

Dia	Horas	Contador		M³/dia	Débito	Observação
		Início	Fim			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
		(10)		(11)		



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL. Santiago de Cabo verde. Memória. Junta de Invest. Ultramarina. 2ª Série. n.º 48, 1964.

BEBIANO, Bacelar - A geologia do Arquipélago de Cabo Verde, Lisboa, 1932.

BRANDÃO, José Geologia 12º Ano, Lisboa, 1991.

MOTA GOMES, Alberto da – A Hidrogeologia da ilha de Santiago, Praia, 1980.

MOTA GOMES, Alberto e Colaboradores – Abastecimento de Água à População de São Miguel.

SERRALHEIRO, António – A Hidrogeologia da ilha de Santiago de Cabo Verde, Lisboa 1974.

BETTENCOURT, António P. Mendes, **SILVA**, Emanuel Pereira, **CRUZ**, J.H.N. de Oliveira, et ali. Plano Municipal de Desenvolvimento de Santa Catarina Tomo 1 Diagnóstico de situação actual, Praia, Agosto de 2002.

CUNHA, L. Veiga, et alli. A gestão da água. Princípios Básicos e sua aplicação em Portugal; Lisboa: 3ª Edição. Fundação Caluoste Gulbenkian, 1980.

Plano Ambiental e Municipal de Santa Catarina, Dezembro de 2004.

Revista – Santa Catarina Diagnosticado da Situação socio-económica, Junho, 2000.

Revista – SANTA CATARINA, Nº 1 Maio de 2006

BRANCO, Samuel Margel Água, Origem uso e Preservação; 12º Impressão, Ed Moderna, 2000 (Colecção polémica)

SEMEDO e BRITO, José Maria, Arminda. Introdução à Geografia de Cabo verde SEPA, 2000.

KOKUSAI, Kogyo. Estudo sobre o Desenvolvimento de Água Subterrânea – Santiago relatório final, Setembro; INGRH 1999.

NELSON L. De Sousa Pinto, António Cartos TATIT HOLTZ, José Augusto Martins Francisco, Luis Sibut Gomide, Hidrogeologia Básica, Porto Editora, 1976.

BRIAN J. SKINNER, Recursos Minerais da Terra, 1970.

CONSULTA DA INTERNET (www.google.com/www.uniagne.org.br)

Documentos de laboratório de análise de solos, águas e plantas (LASAP);

INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. *Manual da Qualidade da Água*, Santiago- Cabo Verde. 1997,

MAAP. Segundo plano de acção nacional para o ambiente. Pana II- 2004 a 20014